PRESENTED

TO

THE UNIVERSITY OF TORONTO

BY

THE UNIVERSITY OF STRASSBURG,

GERMANY.

JANUARY 10TH, 1891

Meteorologie

mit Rücksicht auf die

Lehre vom Kosmos

und in ihren Beziehungen zur

Medicin und allgemeinen Gesundheitslehre.

Ein

von dem Institute zu Paris gekröntes Werk

von

P. Edissac

Professor der Medicin an der medicinischen Facultät zu Paris, Ritter etc.

Mit Zustimmung
des Verfassers deutsch bearbeitet und mit Anmerkungen versehen

von

Dr. A. H. Emsmann

Professor in Stettin.

Leipzig

Verlag von Otto Wigand.

1859.

12121
13/1/91

Vorwort des Bearbeiters.

Die Meteorologie tritt täglich mehr aus der untergeordneten Stellung heraus, welche ihr bisher in der allgemeinen Naturlehre angewiesen war, und macht sich immer mehr als eine wirkliche Wissenschaft geltend. Grössere meteorologische Vereine, nach einem gemeinsamen Plane unternommene Beobachtungen auf Stationen, welche sich zum Theil über weit entlegene Gegenden der Erde erstrecken, bekunden das allgemeine Interesse. Dies Interesse noch mehr zu befördern, beabsichtigt der Verfasser mit seiner Meteorologie, und in der That ist das Werk ganz besonders geeignet, bei allen Gebildeten, namentlich auch bei Aerzten, ein solches zu wecken und zu beleben, indem derselbe sich nicht darauf beschränkt hat, die Erscheinungen, welche in der Atmosphäre, auf der Oberfläche oder im Innern der Erde vorkommen, an sich darzustellen, sondern auch auf die Einflüsse eingegangen ist, welche die meteorologischen Erscheinungen auf die verschiedenen Organismen auf der Erde ausüben. Wer möchte bestreiten, dass solche Einflüsse bestehen? Werden wir nicht bei jedem unserer Schritte auf dieselben hingewiesen?

Ein Werk, wie das vorliegende, welches auch und zwar in hervorstechendem Grade die angewandte Seite der Meteorologie ins Auge fasst, besitzt Deutschland noch nicht. Wie man in der Mathematik die reine und angewandte zu unterscheiden pflegt, so kommt durch Foissac's Meteorologie auch in dieser Wissenschaft derselbe Unterschied und zwar zum ersten Male mit Entschiedenheit zur Erscheinung.

Das Werk hat die vielseitigste Anerkennung gefunden; es haben sich sehr anerkennend über dasselbe ausgesprochen: Gavarret in *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie,* Paris 1854 p. 444; A. Chatin in *Le moniteur des hopitaux* 1854, 10. Juin No. 69; Dr. Cerise in *Journal des Débats politiques et littéraires* 1854, 17. und 18. Avril; Tavernier in *La science, journal du progrès des sciences pures et appliquées etc.* 1855, 29. Juin, N. 107; A. Husson in *Le Siècle.* 1855, 23. Novbr. No. 7562, 2. Decbr. No. 7591 und 10. Decbr. No. 7579; Louis Figuier in *La Presse* 1856, 19. Janvier; das Magazin für die Literatur des Auslandes 1855, 24. Novbr. No. 141; — das Institut zu Paris hat das Werk sogar der Krönung würdig gefunden.

Es schien uns wünschenswerth, das Werk dem deutschen Publikum durch eine Uebersetzung und Bearbeitung zugänglicher zu machen. Die Brauchbarkeit zu erhöhen sind den einzelnen Abschnitten noch besondere Anmerkungen hinzugefügt; manche Capitel z. B. im 3. Abschnitte das fünfte, das neunte u. s.w. sind mit Berücksichtigung der deutschen Forschungen, namentlich unseres grossen Meteorologen Dove, ganz oder theilweise umgearbeitet.

Stettin.

Der Uebersetzer.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Einleitung. — Werth der Wissenschaften für den Arzt 1

Erster Abschnitt.

Von den imponderablen Stoffen.

Einleitende Betrachtungen: Ueber das Lebensprincip 15

Erstes Capitel. Vom Lichte im Allgemeinen 30

Zweites Capitel. Von den leuchtenden Meteoren:
- Morgen- und Abendröthe, Dämmerung 39
- Funkeln der Sterne 41
- Luftspiegelung 44
- Regenbogen 52
- Kränze 55
- Höfe 56
- Nebensonnen 58

Drittes Capitel. Wirkung des Lichtes auf unorganische Stoffe:
- Photographie 60

Viertes Capitel. Einfluss des Lichtes auf organische Wesen . . . 65

Fünftes Capitel. Von der Wärme 74

Sechstes Capitel. Von der Elektricität 85

Siebentes Capitel. Von der atmosphärischen Elektricität . . . 88
- Ursachen der atmosphärischen Elektricität 90
- Atmosphärische Elektricität nach den Tages- und Jahreszeiten . 92
- Elektricität der Luft während des Regens und Nebels 96
- St. Elmsfeuer 97

Achtes Capitel. Von den elektrischen Erscheinungen bei Gewittern 99
- Geographische Vertheilung der Gewitter und ihr Vorkommen nach den Jahreszeiten 104
- Blitz 105
- Wetterleuchten 107
- Donner 108
- Blitzschlag 110
- Wirkung des Blitzschlages auf organische Körper 118
- Besondere Wirkungen des Blitzschlages 122

Neuntes Capitel. Von den Mitteln sich gegen den Blitzschlag zu schützen: Blitzableiter 127

Seite
Zehntes Capitel. Von der thierischen Elektricität 139
Elektrische Fische 141
Physiologische Elektricität 148
Elektricität als therapeutisches Mittel 161
Elftes Capitel. Von dem Einflusse der atmosphärischen Elektricität auf den Menschen 167
Zwölftes Capitel. Von dem Erdmagnetismus im Allgemeinen . . 175
Dreizehntes Capitel. Von den Eigenschaften des Magnets . . 181
Magnetische Declination 182
Magnetische Inclination 184
Magnetische Pole 186
Magnetische Intensität 188
Vierzehntes Capitel. Von den Nordlichtern 190
Funfzehntes Capitel. Ueber den Einfluss des Magnetismus auf den Menschen 194
Sechzehntes Capitel. Schlussbetrachtungen zum ersten Abschnitte 204
Anmerkungen des Uebersetzers zum ersten Abschnitte 223

Zweiter Abschnitt.

Von dem Wasser.

Erstes Capitel. Einleitende Betrachtungen. Von dem Wasser in qualitativer Hinsicht 240
Zweites Capitel. Temperatur der Quellen 256
Drittes Capitel. Temperatur der warmen Quellen 258
Viertes Capitel. Temperatur der Ströme und Flüsse 262
Fünftes Capitel. Temperatur der Seen 266
Sechstes Capitel. Grösse und Tiefe der Meere. 268
Siebentes Capitel. Temperatur der Meere 270
Achtes Capitel. Polareis 274
Neuntes Capitel. Ebbe, Fluth, Meeresströmungen 279
Zehntes Capitel. Phosphorescenz des Meeres 284
Elftes Capitel. Salzgehalt des Meeres 294
Anmerkungen des Uebersetzers zum zweiten Abschnitte 300

Dritter Abschnitt.

Von der Atmosphäre.

Erstes Capitel. Zusammensetzung und Gewicht der Luft 304
Mittlerer Druck der Atmosphäre 310
Zweites Capitel. Periodische oder tägliche Barometerschwankungen 312
Drittes Capitel. Zufällige Veränderungen des Barometerstandes . 315
Barometerstand beim Regen 318
Barometerstand bei Gewittern 319
Viertes Capitel. Einfluss des atmosphärischen Druckes auf den menschlichen Körper 321
Fünftes Capitel. Von den Winden, Wasserhosen und Stürmen . 342

Seite

Sechstes Capitel. Verhältniss der Winde zur Gesundheit . . . 356

Siebentes Capitel. Von den Luftschwingungen. Echo . . . 363

Achtes Capitel. Von den Hydrometeoren 370
Uebergang des Wassers in Dunstgestalt; Sieden 370
Verdunstung 371
Uebergang der Dünste in den flüssigen Zustand; Thau 376
Nebel 379
Wolken 381

Neuntes Capitel. Von dem Schnee, Hagel und Regen; Schnee . 384
Glatteis und Graupeln 387
Hagel 387
Regen 392
Vertheilung des Regens auf der Oberfläche der Erde 395
Vertheilung des Regens unter den Tropen 397
Vertheilung des Regens in mittleren Breiten und in den kalten Ländern 399
Einige besondere Regenverhältnisse 401

Zehntes Capitel. Ueber einige noch räthselhafte atmosphärische Erscheinungen; farbiger Nebel, Schnee und Regen . . . 402

Elftes Capitel. Von den trockenen Nebeln 408

Zwölftes Capitel. Von den Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteinen 413
Ursprung der Sternschnuppen und Meteorsteine 419

Dreizehntes Capitel. Einfluss der Mondphasen auf die Vorgänge in der Atmosphäre und auf das Pflanzenreich 423
Einfluss des Mondes auf die Windrichtung und auf den mittleren Barometerstand 432
Ueber die neunzehnjährige und neunjährige Periode 434
Einfluss des Mondes auf das Pflanzenreich 436

Vierzehntes Capitel. Einfluss des Mondes auf den Menschen . . 438
Einfluss des Mondes auf die Krankheiten 442
Einfluss des Mondes auf den Geistes- und Gemüthszustand des Menschen 449
Anmerkungen des Uebersetzers zum dritten Abschnitte 456

Vierter Abschnitt.

Von den Temperaturverhältnissen.

Erstes Capitel. Eigenwärme der Erde 465

Zweites Capitel. Die Sonne als Wärme verbreitender Körper . . 470

Drittes Capitel. Temperaturverhältnisse unter verschiedenen Breiten 476
Temperaturverhältnisse der verschiedenen Jahreszeiten 477
Stündliche Veränderungen der Temperatur 479

Viertes Capitel. Temperaturverhältnisse in verschiedenen Höhen . 481
Höhen der wichtigsten Berge der Erde 483
Temperaturabnahme in Gebirgen 485
Grenze des ewigen Schnees auf den Gebirgen 485
Einfluss der Höhe auf die organische Welt 488
Temperaturverhältnisse auf Hochebenen 493

Seite

Fünftes Capitel. Temperaturdifferenzen nach der Grösse, der Gestaltung und dem Stellungsverhältnisse der Continente . . 496

Sechstes Capitel. Von der Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche 502

Siebentes Capitel. Grosse Schwankungen und Abweichungen im Gange der Temperatur 512

Achtes Capitel. Fälle sehr grosser Hitze und Kälte 516

Neuntes Capitel. Temperaturdifferenzen in beiden Hemisphären. 523

Zehntes Capitel. Betrachtungen über die verschiedenen Regionen der Erde 532

Anmerkungen des Uebersetzers zum vierten Abschnitte . . . 538

Fünfter Abschnitt.

Von den Veränderungen auf der Erdoberfläche und der Veränderung der Klimate.

Erstes Capitel. Antediluvianische Erdumwälzungen 543

Zweites Capitel. Veränderungen auf der Erdoberfläche seit dem Auftreten des Menschen. Sündfluth 548

Astronomische Störungen 554

Vulkane und Erdbeben 560

Drittes Capitel. Veränderung der Klimate und deren geologische Ursachen 565

Veränderung des Meeresbodens 568

Flüsse und Quellen im Alterthume und in neuerer Zeit 569

Erhöhung des Erdbodens 571

Viertes Capitel. Verhältniss ungewöhnlicher Witterungszustände in älterer und neuerer Zeit 575

Fünftes Capitel. Einfluss der Bodenbeschaffenheit und der Cultur desselben auf das Klima eines Ortes. Moräste 584

Anbau der Gewächse 588

Bodencultur und Bevölkerung 592

Sechstes Capitel. Einfluss der Waldungen auf die Meteorologie und auf das Klima Frankreichs ins Besondere 597

Siebentes Capitel. Einige Erscheinungen, welche die organischen Wesen und ins Besondere der Weinstock zeigen, und die als ein Beweis einer stattgefundenen klimatischen Veränderung angesehen werden 606

Achtes Capitel. Einige Bemerkungen über das Klima Frankreichs und der benachbarten Länder 622

Das Klima Englands 629

Neuntes Capitel. Das Klima Italiens in alter und neuer Zeit . . 630

Zehntes Capitel. Einige Bemerkungen über das Klima von Afrika, Asien und Amerika. Das Klima Afrikas, namentlich Aegyptens 634

Das Klima Asiens, namentlich Kleinasiens 639

Das Klima Nordamerikas 643

Elftes Capitel. Ergebnisse des fünften Abschnittes 646

Anmerkungen des Uebersetzers zum fünften Abschnitte 652

EINLEITUNG.

Werth der Wissenschaften für den Arzt.

Der Kanzler Franz Baco von Verulam handelt in einem Werke, welches seinen Namen unsterblich gemacht hat, von der Würde der Wissenschaften und preist die, welche mit einsichtsvollem Eifer sich um ihre Förderung bemühen. Plutarch, Cicero und Seneca beweisen, welche Kraft, Grösse und Fassung der durch die Wissenschaften gehobene Mensch zu entwickeln vermag. „Die Wissenschaften", sagt der Papst Leo X., „machen den schönsten Schmuck und den grössten Stolz unseres Lebens aus, und überdies bieten sie uns im Unglücke so werthvolle, im Glücke so geeignete und so edle Beschäftigungen jeglicher Art, dass ohne dieselben jedes — an sich schon so veränderliche und unsichere — menschliche Unternehmen alles festen Haltes entbehren und alle Bildung, aller Wohlstand durchaus unmöglich scheinen würde".*)

Noch nie hat Jemand im Ernste den Werth der Wissenschaften in Frage gestellt, namentlich den wissenschaftlicher Bildung für den Arzt. In der Natur ist Alles verkettet, in den Verstandesthätigkeiten ist Alles eng verbunden, und die Wissenschaften, deren gemeinsamer Ursprung die Beobachtung ist, sind wie unsterbliche Schwestern innig vereint und erfüllen alle edlen Gemüther mit Hochachtung vor der Wahrheit und mit dem Geiste der Forschung. Eine unstreitig zweckmässige Einrichtung, nämlich die Verpflichtung zu einem zweimaligen Baccalaureatsexamen für diejenigen, welche sich dem Studium der Medicin widmen, ist unlängst getroffen worden.**) Man

*) Breve des Papstes Leo X. an Ph. Béroalde.

**) Der Verfasser hatte diese Stelle bereits geschrieben, als in Frankreich durch ein Decret zu Gunsten derjenigen, welche sich den Doctortitel erwerben, das Baccalaureatsexamen abgeschafft wurde. Nach der Ansicht des Verfassers ist dies in Bezug auf das moralische Interesse und die Würde eines Arztes eine sehr bedenkliche Massregel. Die Abschaffung des Baccalaureatsexamens wird nach seiner Behauptung bald als von den schlimmsten Folgen begleitet erkannt werden; denn es werde das Studium der Medicin bald auf eine traurige Weise verflachen und folglich der Stand der Aerzte verfallen. (Vergl. *Foissac, Discours sur les devoirs professionnels du médecin.*)

will sich und zwar mit Recht vergewissern, ob der Geist der Studirenden schon die Weihe der Wissenschaften erhalten hat, ehe sich dieselben derjenigen Wissenschaft nahen dürfen, welche über allen thront und in die Hand des Arztes das Leben des Einzelnen, die Ehre der Familien und die Sicherheit der Staaten legt. Sich ausschliesslich auf die praktische Ausübung der Kunst beschränken, heisst sich zu einer traurigen Mittelmässigkeit verdammen, heisst um sich einen Kreis des Popilius [1]) schlagen, heisst seinen Beruf als Gelehrter und als Philosoph verkennen. Ueberdies beweist die Erfahrung, dass das Beobachtungstalent sich immermehr entwickelt, je mehr man in die Wissenschaften eindringt. Ohne wissenschaftliche Bildung können ein sonst gesundes Urtheil, richtiger Tact und specielle Kenntnisse vielleicht einen halbwegen Praktiker geben, nie aber einen grossen Arzt, wie Celsus sehr richtig sagt: „*Ista naturae rerum contemplatio, quamvis non faciat medicum, aptiorem tamen medicinae reddit.*“

Welcher Stand hat so viele berühmte Gelehrte aufzuweisen, wie der der Aerzte? Ich spreche weder von Hippokrates, noch von Aristoteles, noch von seinem Enkel Erasistrates, noch von Celsus, noch von Galen, denen gewiss Niemand die ausgebreitetsten Kenntnisse absprechen wird; ich will nur einige Aerzte der neueren Zeit anführen, welche sich grosse Verdienste erworben oder in den Wissenschaften Grosses geleistet haben und dadurch berühmt geworden sind.

Copernikus, der Vorgänger von Galiläi, Kepler und Newton, war mit der Doctorwürde geschmückt. Obgleich Mathematiker, Maler und Philosoph, kam seine Bescheidenheit seinem tiefen Wissen gleich. Nachdem er alle bis auf seine Zeit aufgestellten astronomischen Systeme einer neuen Prüfung unterworfen und er seine berühmte Schrift: De revolutionibus orbium coelestium abgefasst hatte, trug er doch wegen der Veröffentlichung derselben durch den Druck Bedenken und entschloss sich erst so spät dazu, dass er nur wenige Stunden vor seinem Tode das erste Exemplar derselben in Empfang nehmen konnte. Der englische Arzt Bainbridge war Inhaber eines Lehrstuhls für Astronomie zu Oxford. Baroccio aus Ferrara widmete alle Augenblicke, welche ihm seine Kranken und sein Amt als Lehrer frei liessen, der Astronomie und der Dichtkunst. Als im Jahre 1582 Gregor XIII. die Verbesserung des Julianischen Kalenders unternahm, war es ein Arzt aus Calabrien Aloysius Lilius, welcher dieselbe eigentlich vollzog und den seitdem fast allgemein angenommenen Kalender zu Stande brachte.

Dem Leibarzte Ludwig's XIII. Guy de la Brosse verdankt man den später durch Fagon, welcher den berühmten Tournefort nach Paris zog [2]), verschönerten Jardin des plantes. Claude Perrault, welcher die Armen unentgeltlich ärztlich behandelte, war eins der ausgezeichnetsten Mitglieder der Academie der Wissenschaften. Den unsterblichen Ruhm, die Pläne zu dem neuen Louvre und namentlich die Entwürfe zu der Colonnade, welche ein des Michael Angelo würdiges Kunstwerk ist, geliefert zu haben, vermochten die Epigramme Boileau's ihm nicht zu rauben.

Dass die ärztliche Praxis einigen Männern Zeit gelassen hat, sich mit grossem Erfolge dem Studium der Sprachen, der Philosophie und überhaupt der Wissenschaften zu widmen, erregt mit Recht unser Erstaunen. Welche tiefen und verschiedenartigen Kenntnisse finden wir bei den beiden Bartholin, Stahl, Michael Alberti, Duret, Baillou, Morgagni, Fernel — Leibarzt des Königs —, Louis — Secretär der chirurgischen Academie —, Lancisi, Friedrich Hoffmann u. s. w. Boerhaave, Haller und Barthez waren wahre Encyclopädien. Botanik, Chemie, Mathematik, Geschichte, Philosophie — kurz nichts war dem berühmten Leydener Arzte fremd; er hatte sogar die hebräische und chaldäische Sprache studirt. Sein Ruf hatte sich über die ganze Erde verbreitet, so dass aus dem Innern Chinas ein Mandarin an ihn schreiben konnte: „An Boerhaave in Europa". Schon zu Lebzeiten empfing er die ungeheucheltsten Beweise der Bewunderung und die Nachwelt zollt ihm dieselbe noch. Als man vernahm, dass er an einer schweren Krankheit darniederliege und sein Leben in Gefahr schwebe, war ganz Leyden voller Trauer, und als endlich die Gefahr beseitigt war, illuminirte man in der ganzen Stadt unaufgefordert.

Sein Schüler Haller prakticirte als Arzt zwar nur 18 Monate lang in einem Hospitale zu Bern; aber wer hat wohl sein Leben in grösserer Thätigkeit verbracht und besser angewendet! Von seinem neunten Jahre an arbeitete er zu seinem eigenen Gebrauche an einem hebräischen Wörterbuche und an einer chaldäischen Grammatik. Er war ein ausgezeichneter Dichter, ein geschickter Administrator, beschäftigte sich erfolgreich mit Botanik, Anatomie und Philosophie, schrieb über Theologie und Numismatik, war vertraut mit der Differential- und Integralrechnung, so dass er nicht weniger als 200 Abhandlungen über dieselben hinterlassen hat, und seine Schriften, die von gediegenem Wissen und seltener Geistesschärfe Zeug-

niss ablegen, erregen noch heute die Bewunderung der gelehrten Welt.*)

Barthez, Sohn eines tüchtigen Mathematikers, zeigte seit seiner frühesten Jugend eine entschiedene Neigung zu wissenschaftlichen Beschäftigungen, so dass das Untersagen des Arbeitens für ihn die einzige fühlbare Strafe war. Man fand ihn, in ähnlicher Weise wie Fernel, der täglich neunzehn Stunden arbeitete, stets mit einem Buche in der Hand. Er verstand die alten und neueren Sprachen, schrieb einen Commentar zum Plinius, war Botaniker und Mechaniker, überreichte der Academie der Inschriften Abhandlungen über die Kunst, die Metalle mit Hülfe des Hammers zu bearbeiten, schrieb vorzügliche Dissertationen über streitige Rechtsfälle, und dabei hielt er noch mit grossem Beifalle Vorlesungen über fast alle Zweige der Heilkunde. D'Alembert nannte ihn sein Universallexicon, und seine Erfolge in Paris stellten Bouvart in Schatten, der von ihm mit einer gewissen Affectation sagte: „Er ist in Allem bewandert und versteht sogar etwas von der Medicin".

Fr. Quesnay, ständiger Secretär der chirurgischen Academie, königlicher Professor an den chirurgischen Instituten und Leibarzt Ludwigs XV., ist der Schöpfer der Staats-Oekonomie. Diesem berühmten Manne verdanken wir die Vorrede zu den Memoiren der chirurgischen Academie, eine physikalische Untersuchung über die Oekonomie der Thiere und ebenso ein im Verlage von Dupont de Nemours erschienenes Werk, welches den Titel führt: Physiocratie, ou constitution naturelle des gouvernements und gewissermassen der Katechismus der Staats-Oekonomen geworden ist.

Galvani, Professor der Anatomie zu Bologna, der nicht weniger durch die Ehrenhaftigkeit seines Charakters, als durch sein Geschick im Experimentiren bekannt ist, hat durch eine der schönsten Entdeckungen der neueren Physik, nämlich durch die animalische Elektricität unvergänglichen Ruhm erworben. Sein denkwürdiger Streit mit dem berühmten Volta veranlasste die wohl noch erfolgreichere Entdeckung des Letzteren, nämlich die der galvanischen oder voltaschen Säule, welche ganz neue Wege auf dem Gebiete der Chemie eröffnete und unsere Kenntnisse so überaus erweitert hat.

Linné, der Sohn eines armen Landpfarrers, war Schuster-

*) Haller und Mascagni prakticirten nur mit innerem Widerstreben. Letzterer beschränkte sich lediglich darauf, mittellosen Landleuten bisweilen ärztlichen Rath zu ertheilen; die wohlhabenderen Patienten, welche um seinen Rath baten, schickte er zu den prakticirenden Stadtärzten. Er pflegte zu sagen, die Arzneikunde sei ein gefährliches Ding: *E un mestiere troppo pericoloso.*

lehrling. Ein Artzt erkannte in dem angehenden Schuhmacher das Genie des später so grossen Naturforschers und bot ihm die Mittel zu seiner Ausbildung. Der junge Linné wurde Boerhaave's Schüler, bereiste dann England und Frankreich, wo er innige Freundschaft mit Bernhard de Jussieu schloss, und wurde bei seiner Rückkehr in sein Vaterland zum Arzte des Königs von Schweden berufen und schliesslich zum Professor der Botanik an der Universität zu Upsala ernannt. Alle seine Verdienste um die Wissenschaft aufzuzählen, würde unnütz sein; es genügt zu erwähnen, dass er in seinem Systema naturae für die beiden organischen Reiche eine auf gleichen Principien beruhende Nomenclatur aufstellte, welche zuerst die wissenschaftliche Sprache festen Regeln unterwarf, dass er die Körper nach einem neuen und umfassenden Plane classificirte und jede Gattung und Art in wunderbar präciser Weise beschrieb.

Man könnte wohl die Frage aufwerfen, ob es möglich sei, den Menschen von seiner moralischen Seite vollständig zu erfassen und in die Tiefen der Philosophie hinabzusteigen, ohne Medicin nicht nur studirt, sondern sogar praktisch getrieben zu haben. Ich will mich jedoch auf diese Frage nicht einlassen, sondern nur daran erinnern, dass eine grosse Anzahl von Philosophen — ich erwähne nur den berühmten Descartes — in der Anatomie und Physiologie die eigentliche Basis für ihre Ansichten und Lehren gesucht haben. Ferner will ich nur bemerken, dass gerade unter den Aerzten grosse Denker und bedeutende Philosophen gefunden werden. Locke zum Beispiel war Arzt. Nach einigen Angaben wurde er durch die Schwäche seiner eigenen Gesundheit von der Ausübung dieses Berufes abgehalten; doch scheint es wahrscheinlicher zu sein, dass er, der berühmte Verfasser des Essay on the understanding, den Menschen in keiner andern Absicht von seiner physischen Seite studirte, als um mit um so grösserer Sicherheit die Uranfänge unseres Wissens zu ergründen und das räthselhafte Wesen des menschlichen Geistes zu erfassen; denn für ihn, der ein Schüler des Descartes und dessen Methode ganz ergeben war, galt keine andere Autorität, als die der Erfahrung und die Uebereinstimmung mit der Vernunft. Allein anstatt nach dem Vorgange der Anhänger des Descartes im innern Bewusstsein den Ausgangspunkt aller wahren Erkenntniss zu finden, hielt er sich vorzugsweise an das äussere Gegebene, bekämpfte die angeborenen Ideen und wurde so der Stifter der Lehre, welche in den Schriften von s'Gravesande, Condillac, Cabanis u. a. weiter entwickelt und verbreitet wurde. Da diese Lehre unglücklicherweise nur eine einzelne Seite des Menschen in's Auge fasste, so konnte es nicht

ausbleiben, dass sie allmählig von einer inneren Empfindung auf einen äusseren Reiz, ein Spielen mit Vernunft-, Verstandes- und Willenskräften kam. Natürlich traf ein gleiches Schicksal die ganze Philosophie, den ganzen inneren Menschen. Locke für alle die Irrthümer und alle die Folgerungen, zu welchen seine Lehre von der Empfindung seine Nachfolger, welche dieselbe weiter auszubilden bemüht waren, hinriss, verantwortlich machen zu wollen, wäre unbillig; denn er war kein Freigeist, sondern ein guter Theolog und Christ aus Ueberzeugung. Ich weiss wohl, dass über die philosophischen Ansichten der Aerzte ganz absonderliche Vorurtheile herrschen und dass man im Allgemeinen der Meinung ist, sie sehen in dem Menschen nichts als eine aus Organen und Materie zusammengesetzte Maschine; aber ich behaupte geradezu und ohne Scheu, dass die Heilkunde keineswegs zu der trostlosen Lehre vom Fatalismus und Materialismus führt, sondern im Gegentheil den Geist befähigt, in den Wundern der organischen Welt die Macht und das wunderbare Walten der Gottheit zu erkennen. Von Seiten Servet's, Lamettrie's und in Werken wie: „der Mensch eine Maschine" und „die Naturgeschichte der Seele" führt man zwar eine grosse Zahl berühmter Aerzte an, welche die trostlosen Lehren des Sensualismus vertheidigt und als das wahre Wesen des innern Menschen hingestellt haben: aber bei Sydenham, Gaubius, Bordeu stand der Atheismus in tiefer Verachtung; Vésale, Lancisi, van Helmont, Haller, der grosse und bescheidene Harvey, Gendron, Hecquet, Hamon, Ruysch, Hallé, Laënnec, Récamier, von Blainville, der junge und unglückliche Vanel*) u. a. waren von wahrer Gottesfurcht beseelt. Boerhaave hat den Spinoza zu widerlegen versucht, und sein berühmtester Schüler, van Swieten, ein eifriger Katholik, verlor, weil er an der Religion seiner Vorfahren fest hielt, seinen Lehrstuhl an der Universität zu Leyden, den er mit vielem Beifalle einnahm. *Medicus sit christianus* ist nach Friedrich Hoffmann die erste Bedingung für einen Arzt. Dieser berühmte, von wenigen erreichte, von keinem der Neueren übertroffene Gelehrte hat eine wunderschöne Definition

*) Der Dr. Vanel starb, 30 Jahre alt, am 21. April 1852 zu Livron (Depart. Drôme) an der so fürchterlichen Wasserscheu. Die Schilderung seines Todeskampfes kann man nicht ohne innige Rührung lesen. In den lichten Augenblicken, welche die Wuthanfälle unterbrachen, erkannte der unglückliche Vanel das ganze Schreckliche seines Zustandes, aber aufrecht gehalten durch seinen Gottesglauben und getröstet durch die Zusprache des Abbé Boissonnier, schrieb er die rührendsten Abschiedsbriefe an seine Familie, legte seinen Freunden mit einer Geistesklarheit, welche sie mit Bewunderung erfüllte, die Wahrheiten der Religion an's Herz und starb ergeben in den Willen Gottes und erfüllt von Liebe und Hoffnung.

des Menschen gegeben, welche Bonald in folgenden Worten ausdrückt: *Quod sit mens sive substantia intelligens et libere agens unita cum corpore organico artificiosissime contracto, vivo.*

Diese Beispiele könnten wir in's Unendliche vermehren, und alle würden als Beleg dafür dienen, dass die grossen Aerzte sich stets nicht blos als Gebildete, sondern als Gelehrte und als Philosophen erwiesen haben. Wir wollen nur noch auf die vergeblichen Bemühungen hinweisen, die Chemie, die Physik und die verschiedenen philosophischen Systeme in die Heilkunde einzuführen. Welche Gefahr damit verbunden ist, wenn dergleichen Theorien einseitig zur Anwendung kommen, dass haben in neuerer Zeit die Geschichte der Humoralpathologie, der Chemiatrie von van Helmont und Sylvius, und das System der Jatromathematiker sattsam bewiesen, wenngleich nicht geleugnet werden kann, dass Männer von nicht geringen Kenntnissen dieselben vertreten haben. Wenn man auch von dem Arzte Sprachkenntnisse und Bekanntschaft mit der Physik, Chemie, Mathematik und Naturgeschichte verlangen muss, so muss man doch Lancisi beipflichten, wenn er es entschieden tadelt und unklug nennt, die Heilkunde nach chemischen und mathematischen Principien zu betreiben, ebenso Sauvages, wenn er sich gegen ein rein mechanisches Verfahren ausspricht, und Bordeu, Cullen, Barthez, Pinel, welche gegen die Humoralpathologie und Chemiatrie zu Felde ziehen und für die strenge, aber sichere Methode der Beobachtung kämpfen.

Es kann uns nicht einfallen, von einem Arzte zu verlangen, dass er auf allen Gebieten des Wissens zu Hause sei, dass er etwa wie Bartholin die griechische Sprache verstehe, oder wie Morgagni Archäolog sei, oder wie Michael Alberti Theolog, oder wie Borelli Mathematiker, oder wie Spallanzani Physiker und Geolog, oder wie Louis, Vicq. d'Azyr und Pariset Schriftsteller und Redner, oder wie Göthe und Schiller Dichter, oder so grundgelehrt wie Boerhaave, Haller und Barthez; sondern wir wollen nur begreiflich machen, dass die Heilkunde auf's Engste mit den Naturwissenschaften verbunden ist, mit denen sie denselben Weg einzuschlagen hat, und dass die Umsicht und Einsicht eines Arztes sich nothwendig steigern muss, in je mehr Gebieten des menschlichen Wissens er heimisch ist. So sehr auch die Zeit eines Arztes in Anspruch genommen sein mag, es wird sich doch manche freie Stunde finden, welche mit dem Studium irgend einer Wissenschaft oder mit der Pflege irgend einer Kunst vortheilhaft ausgefüllt werden kann. Wer den Vortheil hiervon nicht einsehen will, dem rufen wir die Worte des Sokrates zu: „Es ist immerhin besser, sich mit

etwas, ohne einen bestimmten Zweck im Auge zu haben, zu beschäftigen, als die Hände in den Schoos zu legen". Wir stellen ihm die berühmten Männer als Muster hin, welche durch ihre Bestrebungen den Glanz eines unvergänglichen Ruhmes über die Wissenschaft ausgegossen haben. Ich weiss es wohl, dass der bescheidene Praktiker seine Blicke nicht so hoch erhebt, und seinem Ehrgeize kein so fernes Ziel steckt; aber es ist wohlthätig, ohne Aufhören zu denen im Geiste empor zu blicken, welche etwas Vollkommenes erreicht haben, und wenn man es ihnen auch nicht gleich thun kann, so muss man ihnen doch nachstreben, sei es auch nur aus der Ferne, und sich wenigstens bemühen, einem, wenn auch weit gesteckten, Ziele sich so viel als möglich zu nähern. Es sei die Stellung eines praktischen Arztes im äusseren Leben noch so bescheiden, so darf er doch nicht weder in Hinsicht seines Werthes, noch seines Wissens unter die äusserlich bevorzugten Aerzte gestellt werden. Das Leben eines jeden Menschen hat denselben Werth nicht nur vor Gott, sondern auch vor dem weltlichen Richter; denn die Lücke, welche ein Hochgestellter nach seinem Tode lässt, ist oft leichter auszufüllen, als die eines rüstigen Landmannes, dessen Körperarbeit die einzige Stütze und der selbst der einzige Ernährer einer armen Familie war.

Kurz es giebt Gegenstände, mit denen kein Arzt, ohne zu erröthen, unbekannt sein darf. Er muss sofort Rede und Antwort geben können, wenn man ihn z. B. nach etwas aus dem Gebiete der Physik fragt, was in die allgemeine Heilkunde einschlägt, oder wenn die Sprache auf die cosmologischen Probleme kommt, welche Buffon's und Cuvier's Namen unsterblich gemacht haben. Dem Dr. Bertrand, einem geachteten Arzte, welcher von Jugend an mit unbefangenem Geiste sich dem Studium der Wissenschaften ergab, verdanken wir eine Schrift über die Veränderungen, welche die Erde erlitten hat. Soll etwa der Arzt sich um astronomische Erscheinungen gar nicht kümmern? Soll er etwa den Naturforschern es lediglich überlassen, die wahren oder falschen Ansichten über den Einfluss des Mondes und der Kometen auf die Jahreszeiten und die organischen Wesen einer Prüfung zu unterwerfen? Die beste Schrift über diese Frage rührt her von dem gelehrten Arzte Olbers in Bremen, den man die Entdeckung der beiden Planeten Pallas und Vesta und desgleichen eine neue Methode, die Bahn der Kometen zu berechnen, zu verdanken hat. Hat man nicht bei der Choleraepidemie an eine Störung in dem Magnetismus der Erde und an eine Intensitätsschwächung der atmosphärischen Elektricität gedacht? Gehört es nicht recht eigentlich zu dem Berufe

eines Arztes, über dergleichen Behauptungen die Ansichten zu läutern? Verdiente nicht andernfalls ein solcher zu den Quacksalbern gerechnet zu werden? Sicher bestreitet Niemand den Nutzen, welchen Kenntnisse auf diesen Gebieten gewähren, da dieselben in unmittelbarer und nothwendiger Beziehung zur Pathogenie, Hygiene und Therapie stehen. Die Bedeutung der Meteorologie für den Arzt liegt somit auf der Hand.

Das Studium der Meteorologie reicht bis in das höchste Alterthum zurück. Dass sie schon früh Gegenstand der Beobachtung für Aerzte, Naturforscher und Philosophen war, dafür sprechen die Schriften des Aristoteles: Meteorologicorum libri IV, des Hippokrates: „Von der Luft, den Wassern und Klimaten", des Seneca: Naturales quaestiones u. s. w. Bemerkt muss freilich werden, dass Hippokrates offenbar die Astronomie und Meteorologie in demselben Begriffe zusammenfasst, da er, um den Einwürfen zu begegnen, welche ihm wegen der Wahl des von ihm behandelten Gegenstandes gemacht werden könnten, die Bemerkung macht:

„Wenn Jemand Bedenken darüber tragen sollte, dass dies Alles in die Meteorologie gehöre, so wird er sich doch bei einigem Nachdenken überzeugen, dass die Astronomie für den Arzt nicht nur nicht von geringem Nutzen ist, sondern im Gegentheile demselben wesentlichen Beistand leistet". *) Indessen besteht Hippokrates wahrscheinlich deshalb so fest auf dem Studium dieser Wissenschaft, weil dieselbe zu seiner Zeit durch den Charlatanismus, dessen sich einige seiner Anhänger schuldig machten, in Misskredit gerathen war. Aristophanes macht es dem Sokrates zum Vorwurfe, dass er sich mit Meteorologie beschäftige, ebenso wie man mehrere Jahrhunderte später die, welche sich mit Physik und Chemie beschäftigten, und überhaupt alle, die etwas Neues erfanden, als Alchemisten und Hexenmeister betrachtete. Otto von Guerike, Bürgermeister zu Magdeburg, der durch seine Versuche über den leeren Raum und durch seine Erfindung der Luftpumpe so berühmt geworden ist, musste z. B., als der Blitz eines Tages in sein Haus einschlug und mehrere seiner physikalischen Apparate zerstörte, hören, dass dies eine Strafe des Himmels für seine Hexereien sei.**)

In der Naturforschung war ein langer Stillstand eingetreten bis zur Zeit der Reformation; erst in den letzten drei Jahrhunderten zeigte sich ein Aufschwung in Folge der Entdeckungen, welche von Galiläi, Descartes, Huygens und ihren Nach-

*) Hippokrates: Von der Luft, den Wassern und Klimaten.
**) Ideler[3]) Meteorologia veterum, Berol. 1832.

folgern gemacht wurden. Von der eigentlichen Meteorologie kann man indessen auch da noch nicht das sagen, was von der Physik gilt, sondern erst im Anfange des jetzigen Jahrhunderts wurde in diesem Zweige der Naturwissenschaft ein merklicher Fortschritt, namentlich durch den grossen Naturforscher Alexander von Humboldt gemacht. Zu keiner Zeit hat man den Werth der Meteorologie besser zu würdigen gewusst, als jetzt. Deutschland, England, Frankreich, Italien, Russland machen sich in ihren Bestrebungen den Rang streitig, das letztere Land ist förmlich besät mit Observatorien; England hat dergleichen in seinen ausgedehnten überseeischen Besitzungen errichtet. In Frankreich bieten das Annuaire du bureau des longitudes und namentlich die gelehrten Artikel Arago's eine Fundgrube für alle guten Beobachter. In den Jahren 1849 und 1850 endlich haben die verdienstvollen Physiker Häghens, Martins und Bérigny eine meteorologische Zeitschrift für Frankreich (Annuaire météorologique de la France) in's Leben gerufen, in welcher alle Erfahrungen und Beobachtungen, die sonst in wenig verbreiteten Sammlungen vergraben bleiben würden, gesammelt und neue Untersuchungen angeregt werden sollen, deren Endresultat eine genaue Kenntniss der Klimatologie Frankreichs werden dürfte. Die beiden ersten Bände, welche durch ihre Correctheit und durch ihre typographische Ausstattung sich auszeichnen, enthalten Artikel von Bravais, Gasparin, Martins, Quetelet u. a., ausserdem barometrische, hypsometrische und hygrometrische Tabellen, zwar eine trockene, aber unerlässliche Arbeit für alle, welche den Gegenstand mit Ernst angreifen wollen. Wenn man auf das hier vorliegende reiche Material blickt, so kann man über die vielfachen Anwendungen, welche von der Meteorologie in der Botanik, in der Agrikultur, in der Geologie und besonders in der Gesundheitslehre und Heilkunde gemacht werden können, nicht mehr in Zweifel sein. Es liegt im Interesse der Wissenschaft und sollte ein Ehrenpunkt für Frankreich sein, dass die Regierung dies mit Zuversicht und mit Erfolg von Häghens, Martins und Bérigny unternommene grossartige Werk mit allen Kräften unterstützte. [4])

Die Meteorologie findet, das ist unsere bestimmte Ansicht, in der Medicin häufig Anwendung. Wer noch daran zweifelt, den weisen wir hin auf die atmosphärische Elektricität, die Hygrometrie, die Geschichte der Luft, die Temperatur etc., lauter Kapitel, welche mit der Heilkunst im innigsten Zusammenhange stehen. Nach Hippokrates muss der Arzt den verschiedenen Jahreszeiten, den Wirkungen, welche der Wechsel derselben mit sich bringen kann, Rechnung tragen, ebenso muss er bei den

Winden wohl beachten, ob sie kalt oder warm, ob sie allgemeine, d. h. über alle Länder sich erstreckende oder einem bestimmten Landstriche eigenthümliche sind. Bei der Wirkung des Wassers hat er die besonderen Eigenthümlichkeiten zu berücksichtigen, da sie nach dem Geschmacke und ihrem Gehalte verschieden sind. Hippokrates verlangt, dass ein Arzt, wenn er in einen ihm noch unbekannten Ort kommt, sich über die Lage desselben, über die herrschenden Winde und über den Einfluss der Himmelsgegenden unterrichte. Hat der Arzt sich von diesen Verhältnissen die nöthige Kenntniss verschafft, so wird er die besonderen Oertlichkeiten eigenthümlichen Krankheiten von den allgemeinen leicht unterscheiden, er wird über ihre Behandlung nicht in Verlegenheit kommen und nicht in die Fehler verfallen, welche fast unvermeidlich sind, wenn man diesen Punkten nicht Rechnung trägt. Die Kenntnisse, welche Hippokrates von einem Arzte, der diesen Namen mit Recht verdienen will, fordert, schlagen grösstentheils in das Gebiet der Meteorologie. Man findet seine Ansichten namentlich in der einen seiner Schriften, welche ihm bis auf unsere Zeit alle Jahrhunderte hindurch den ehrwürdigen Namen des Vaters der Heilkunde verschafft haben. [5])

Die Meteorologie ist, wie schon der Name anzeigt, die Wissenschaft, welche sich mit den Meteoren beschäftigt, d. h. mit den Naturerscheinungen, welche in der Luft auftreten oder sich in derselben bilden. „Sie zieht", wie Seneca mit Recht sagt, „in ihren Kreis die Körper, welche zwischen Himmel und Erde ihre Stelle einnehmen, also die Wolken, den Regen, den Schnee, das die Sterblichen mit Schrecken erfüllende Gewitter, kurz alle die Erscheinungen, die mit der Luft in Beziehung stehen". Man kann sie also als den Zweig der Naturwissenschaften definiren, welcher die Verhältnisse der Atmosphäre und die in derselben auftretenden Erscheinungen behandelt. Den Unterschied zwischen der eigentlichen Physik und der Meteorologie könnte man aber so auffassen, dass jene sich mit Gesetzen der Materie und der Körper, diese sich mit Erscheinungen beschäftige. Da sie allgemein zugänglich ist und sich fast ausschliesslich auf Beobachtungen gründet, so ist es auch kein Wunder, dass seit den ältesten Zeiten Philosophen, Dichter, Landleute, Seeleute, Reisende, Militairs sich für dieselbe interessirt haben. Gleichwohl ist die Meteorologie, ungeachtet ihres unbestreitbaren praktischen Werthes und des allgemeinen Interesses, welches ihre Untersuchungen beanspruchen, nach von Humboldt's Ausspruche eine noch junge Wissenschaft. Dieser grosse Forscher sagt (Asie centrale): „Seit einem halben Jahrhunderte hat man

Temperaturbeobachtungen aus den verschiedensten Klimaten gesammelt, ohne die Gesetze zu finden, deren getreuer Ausdruck sie sind".

Es scheint nicht rathsam, in einem Werke, welches dieser Wissenschaft mehr Anerkennung und mehr Freunde zu erwerben bestimmt ist, auf die Mängel hinzuzeigen und ein vielleicht eben so grosses Feld von Desideraten, als von bereits aufgehäuften Schätzen offen zu legen; doch müssen wir es aussprechen, dass die Meteorologie erst im Werden begriffen ist und durchaus noch nicht als in bestimmte Grenzen abgeschlossen betrachtet werden kann. Man macht ihr zum Vorwurfe, dass sie, wie die Gesundheitslehre (Hygiene), von andern Wissenschaften abhängig und unselbständig sei, dass sie nur als ein besonderer Zweig der Physik angesehen werden könne, von welcher man sie nicht trennen dürfe: allein dies ist unbegründet, sodass ich gar nicht weiter darauf eingehe, zumal die öffentliche Meinung bereits darüber entschieden hat, dass die Meteorologie als eine selbständige Wissenschaft anzuerkennen sei, weshalb ja auch in dem Institute von Frankreich derselben eine besondere Klasse eingeräumt worden ist.

Die meteorologischen Phänomene stehen mit einander in einem so innigen Zusammenhange und in einer so grossen gegenseitigen Abhängigkeit, dass ihrer methodischen Behandlung wesentliche Schwierigkeiten entgegenstehen. Spricht man von dem Lichte und den imponderablen Stoffen, so kann die atmosphärische Luft nicht ausser Betracht bleiben; geht man auf die Untersuchung der atmosphärischen Luft ein, so muss man ihre Zusammensetzung, die Bedingungen ihrer Ruhe und Bewegung, ihr Gewicht, ihre Wellenbewegungen, ihre Temperatur, das Verhältniss der Dünste u. s. w. kennen; dreht sich die Frage um die Temperatur, so muss man auf die Eigenwärme der Erde, auf den Einfluss der Ebenen, der Gebirge, der Continente, der Meere, der besonderen Lage, der Bewohner eingehen. Alle diese Agentien treten in Wechselwirkung, modificiren einander und influiren aufeinander. Im vollen Bewusstsein dieser Schwierigkeiten, und da nach dem gegenwärtigen Stande dieser Wissenschaft ein vollkommener Plan nicht durchführbar sein dürfte, habe ich mich begnügt, die Phänomene in der Ordnung zu beschreiben, wie sie der durch die Beobachtung gebotenen logischen Verkettung der Thatsachen am angemessensten erscheint, und wie diese am vollständigsten und naturgemässesten eine Erläuterung gestatten. Der Plan der vorliegenden Arbeit ist im Allgemeinen folgender: der erste Abschnitt wird die imponderablen Stoffe behandeln, der zweite das Wasser, der dritte die Atmosphäre, der vierte die Temperaturverhält-

nisse, der fünfte die Veränderungen, welche die Erdoberfläche erlitten hat, und die Veränderung der Klimate.

Ich habe mich bemüht, von Humboldt's Beispiele und den in dem neuesten Werke desselben (Kosmos) aufgestellten Principien zu folgen und wissenschaftliches Interesse mit litterarischem Gehalte zu vereinen. Während ich einerseits trockene Details, technische Beschreibungen, lange Tabellen vermieden habe, trug ich andererseits kein Bedenken, historische Notizen, Schilderungen berühmter Reisender, Beobachtungen über die Gewohnheiten der Völker, zum Theil auch medicinische Anwendungen in dies Werk aufzunehmen. Die Wissenschaft verliert nach meiner Meinung nichts von ihrer Grösse und Würde, wenn sie ihren Weg mit einigen Blumen bestreut und den nicht selten schwierigen Weg ebnet, welcher zu den steilen Höhen führt, von denen aus sie die Coryphäen der Wissenschaft überblicken.

Seit Hippokrates ist man von mancher achtbaren Seite her bemüht gewesen, den Zusammenhang der Krankheiten, namentlich der Epidemien, mit dem Zustande des Himmels und den Veränderungen in der Atmosphäre zu ergründen; allein, wenn diese Bemühungen auch bis heute noch keinen erwünschten Erfolg gehabt haben, wenn die Ursache der Krankheiten auch meist noch in ein undurchdringliches Dunkel gehüllt ist, so darf man doch nicht von vornherein von einem anerkanntermassen so wichtigen Studium abstehen, oder wohl gar den Nutzen der meteorologischen Forschungen in Zweifel stellen: denn, was bis jetzt ungelöst blieb, wird man wohl eines Tages enträthseln, wenn gleich, um mit Hippokrates zu reden, das menschliche Wesen über die Allmacht des Universums nicht hinaus kann: *Plerumque enim hominis natura universi potestatem non superat.* (Hipp. De dieb. jud.)

Anmerkungen des Uebersetzers zur Einleitung.

1) Anspielung auf Popilius Laenas, welcher vom römischen Senate zum Antiochus geschickt war, um mit diesem zu unterhandeln. Antiochus wollte nicht sofort antworten; da beschrieb Popilius mit einem Stabe, welchen er in der Hand hatte, einen Kreis um den König und sagte: *Priusquam hoc circulo excedas, redde responsum senatui quod referam.* Der König antwortete bestürzt: *Faciam quod censet senatus.* Erst jetzt reichte Popilius dem Könige die Hand, welche ihm dieser vorher schon geboten hatte. T. Livius Lib. XLV. cap. 12.

2) Fagon, Professor der Botonik am Jardin de Roi zu Paris, trat wegen seiner vielen anderen Geschäfte 1683 seine Stelle ab an Joseph Pitton de Tournefort, geb. 5. Juni 1656 zu Aix in der Provence.

3) Der vollständige Titel ist: *Meteorologia veterum Graecorum et Romanorum. Prolegomena in novam meteorologicorum Aristotelis editionem adornandam. Scripsit J. L. Ideler. Berol.* 1832.

4) In Frankreich war bisher noch kein so ausgebreitetes Netz von meteorologischen Observatorien, wie von Russland und England erwähnt ist. In der Academie der Wissenschaften zu Paris wurde in der Sitzung am 31. December 1855 über den officiellen Vorschlag verhandelt, an verschiedenen Punkten Algeriens dergleichen Observatorien zu errichten. Biot trat als Gegner auf und erklärte, dass die Meteorologie noch gar keine Wissenschaft sei; denn um sie dazu zu machen, werde man erst die chemische und statische Beschaffenheit der Atmosphäre, die Gesetze, nach denen der Druck, die Dichtigkeit, die Temperatur, die elektrische Spannung derselben in den verschiedenen Höhen etc. begreifen müssen; ebenso werde man erst in den niederen, fortwährend sich so unregelmässig bewegenden und sich verändernden Schichten, wenn auch nicht die unendlich verschiedenen Ursachen, so doch wenigstens die Natur der localen Vorgänge, die darin vorkommen, ferner die Bildung und die innerliche Beschaffenheit der Dunstgebilde, welche man Wolken nennt, die natürlichen Verhältnisse, unter denen diese Dunstmassen, welche mitunter den Gesetzen der Schwere scheinbar enthoben, sich lange schwebend erhalten, sich zu Regen, zu Schnee, zu Hagel verdichten, erkannt haben müssen u. s. w. Da wir das Wenige, was wir darüber wissen, den Beobachtungen einzelner scharfsinniger Männer verdankten, welche sich darauf legten, einzelne Erscheinungen ganz speciell zu erforschen, so ist er gegen officielle Vereine und der Meinung, man müsse dies freien Vereinen überlassen. Russlands Armee von Meteorographen habe noch keinen wirklichen Gewinn gebracht. Auch Regnault hält die gegenwärtigen meteorologischen Observatorien für unzweckmässig. Levenier jedoch trat Biot's Gutachten entgegen, und so theilte dieser in der Sitzung des 2. Juni 1856 bereits mit, dass durch die Mitwirkung der Telegraphen-Verwaltung das Pariser Observatorium im Stande war, meteorologische Beobachtungspunkte an 25 verschiedenen Stellen Frankreichs zu errichten, welche seit einiger Zeit regelmässig funktioniren und tägliche Berichte über den Stand der Atmosphäre, der Temperatur, des Regens etc. aus den meisten grösseren Städten, z. B. Brest, Havre, Dünkirchen, Strassburg, Besançon, Lyon, Avignon, Bayonne u. s. w. einschicken.

An dieser Stelle wäre es wohl billig gewesen, der Verdienste der Deutschen noch mehr zu gedenken, wenigstens Dove in Berlin hervorzuheben, der — abgesehen davon, dass die preussischen, seit 1848 errichteten meteorologischen Stationen des statistischen Vereins unter seiner Oberleitung stehen — durch sein Winddrehungsgesetz, durch seine Erklärung der Sturmgesetze, durch seine Monatsisothermen etc. einen Deutschlands Grenzen überschreitenden Ruf sich erworben hat. — Die Anregung zu den über fast alle Theile der Erde verbreiteten magnetischen Observatorien, auf denen correspondirende Beobachtungen nach Göttinger-Zeit angestellt werden, ging von Gauss und Weber in Göttingen aus, und wurde durch Alex. von Humboldt energisch gefördert. Ebenso wird jetzt (1856) König Maximilian von Baiern aus eigenen Mitteln im südlichen Frankreich, Spanien und Portugal durch den Conservator der Münchner Sternwarte Dr. Lamont Messungen des Erdmagnetismus ausführen lassen, um so durch Vereinigung der Resultate mit den in anderen europäischen Ländern bereits erhaltenen Beobachtungen vollständige magnetische Karten von Europa anzufertigen.

Auch der Vereinigten Staaten von Nordamerika wäre zu gedenken gewesen, zumal der Verfasser später Mauri's Tiefmessungen des atlantischen Oceans erwähnt. An den Küsten dieser Staaten zählte man im Jahre 1856 bereits 136 Stationen, an denen magnetische Beobachtungen angestellt werden.

5) In der Apologie des Hippokrates; vergl. Ausgabe von Kurt Sprengel II. z. B. S. 545, 565 u. a; desgl. Aphorismen III.

ERSTER ABSCHNITT.

Von den imponderablen Stoffen.

Einleitende Betrachtungen.

Ueber das Lebensprincip.

Das Studium der Naturerscheinungen wird für den Menschen eine Quelle belebender und reiner Genüsse. Der denkende Mensch trachtet bei den ersten Eindrücken, welche er empfängt, sie zu erkennen und zu erfassen; aber so wie der Geist immer mehr neue Thatsachen in sich aufnimmt, wird er unternehmender, beschränkt sich nicht mehr auf das blosse Beobachten, sondern wagt es, den Ursachen der Erscheinungen nachzuforschen und in die Gesetze, welche das Weltall beherrschen einzudringen.

Alle Körper der Aussenwelt können in zwei grosse Abtheilungen gebracht werden: die einen sind todte Körper und gehorchen den allgemeinen Gesetzen der Materie, die anderen sind lebende Körper, und sie sind in ihrer Entwickelung den Gesetzen, welche für jene gelten, nicht unterworfen. Diese zweite Abtheilung zerfällt wieder in zwei charakteristisch verschiedene Abtheilungen. Die allerdings bewunderungswürdige Organisation der Pflanze vermag es nicht, uns die Idee des Lebensprincips zu geben, von welchem die thierischen Körper beseelt sind; ebenso wenig wie die freiwillige, willkürliche Bewegung und die Empfindung, selbst auf der höchsten Stufe ihrer Entwickelung, uns sagen werden, was das Denken sei. Es verhält sich hier ebenso, wie bei dem Forschen nach der Einheit (Parmenides); denn scheint es auch, als ob bei dem Verfolgen aller Gesetze und aller Kräfte, je mehr man in der Erkenntniss fortschreitet und auf den letzten Grund losgeht, man wie auf einer Leiter mit jedem Schritte dem Ziele näher komme,

so entschlüpft uns doch immer wieder mit jedem Schritte vorwärts das Princip, dem wir alle Naturerscheinungen unterordnen möchten, und stets ist es wieder in die Ferne entrückt.

Die durch verführerische Indicien getäuschte und durch ungegenaue Beobachtungen über den Ursprung der Wesen irregeleitete Wissenschaft hatte in ihrer Kindheit den Satz aufgestellt, dass unter gewissen Bedingungen die Materie Leben erzeugen könne, und dass ehemals und auch noch heut zu Tage die Naturkräfte selbstschöpferisch aufzutreten vermöchten. Dies kecke System war das der Philosophen des Alterthums, jener kühnen Denker, welche ohne hinreichende eigene und überlieferte Thatsachen es in den ersten geschichtlichen Zeiten unternahmen, das Urgesetz des Universums lediglich aus eigener Geisteskraft zu enthüllen. Ohne auf die Analyse dieser Systeme, welche bis auf die neueste Zeit berühmte Anhänger gefunden haben, näher einzugehen, da die fortgeschrittene Wissenschaft ihnen jede Basis genommen hat, wollen wir nur die eine Bemerkung uns erlauben, dass die Mehrzahl unter ihnen die Lehre aufstellte, die belebten Wesen und selbst die Götter seien Sprösslinge der Erde. Lucretius hat diese Lehre in folgenden Versen dargelegt und zu widerlegen versucht:

Quare magna deûm mater, materque ferarum,
Et nostri genitrix haec dicta est corporis una.
Hanc veteres Grajûm docti cecinere poetae. . . .
Quae bene, et eximie quamvis disposta ferantur,
Longe sunt tamen a vera ratione repulsa.
Omnis enim per se divûm natura necesse est
Immortali aevo summa cum pace fruatur,
Semota a nostris rebus sejunctaque longe.
Nam privata dolore omni, privata periclis,
Ipsa suis pollens opibus, nihil indiga nostri,
Nec bene pro meritis capitur, nec tangitur ira.
Terra quidem vero caret omni tempore sensu;
Et quia multarum potitur primordia rerum,
Multa modis multis effert in lumina solis. *)

Es ist leicht begreiflich, wie die Alten bei dem wunderbaren Treiben, welches sich im Entstehen und Vergehen der organischen Wesen auf der Oberfläche der Erde kundgiebt, dazu kommen konnten, die Erde als die gemeinsame Mutter zu bezeichnen. Denn, wenn man auch die Urkraft, welcher die höheren lebenden Wesen ihre Entstehung verdanken, anderswo suchen muss, so ist

*) *Lucretius, de rerum natura* lib. II.

doch klar, dass die vegetabilischen Wesen aus ihr hervorgehen. Nach einem vorangegangenen, gewissermassen mütterlichen Ausbrüten treiben sie ihre majestätischen Stämme himmelwärts, bleiben aber durch ihre Wurzeln mit der Erde in Verbindung, gleichsam wie zarte Kinder an dem Nahrung spendenden Busen; die aufgenommenen Stoffe verarbeiten sie, um dieselben zur Ernährung und Erhaltung der Thiere tauglich zu machen. „Die Erde gehört, wie Plinius sagt, den Menschen, wie der Himmel Gott. Wir verdanken ihr eine Stätte bei unserer Geburt, Nahrung nach derselben und in gleicher Weise, wie sie uns erschaffen hat, erhält sie uns fortwährend; zuletzt, wenn unsere Kräfte erschöpft sind, empfängt sie uns wieder und nimmt uns wieder auf in ihren mütterlichen Schooss.“*)

Welches ist die geheimnissvolle Kraft, welche eine rohe Erde und unempfindliche Elemente zu beleben vermag? Welches ist der Geist (*mens, ψυχὴ*), der Odem (*πνεῦμα*) der Dichter und Philosophen, welcher den unserer Beobachtung unzugänglichen kleinsten Theilen der Materie eingehaucht, ihnen eine eigenthümliche Bewegung ertheilt, sie zu einer neuen Existenz ruft, und ihnen eine vorsorgende Mutter, eine im Verborgenen wachende Gottheit zu sein scheint? Ist diese Kraft, dieser Geist, dieser Odem, durch welchen die Materie Bewegung erhält, etwa auch die Ursache alles Geschaffenen, welches sich vor unseren Augen gestaltet, und etwa das Lebensprincip?

Unbestreitbar hat der Mensch Grund stolz zu sein, wenn er seine Eroberungen aufzählt und seine Fortschritte auf dem Gebiete des Thatsächlichen überschaut; aber wenn er den letzten Gründen nachzuforschen und die Erscheinungen in ihrem innersten Wesen zu erfassen versucht, so zeigt sich, dass seit vierzig Jahrhunderten der menschliche Geist sich in einem Zirkel bewegt, von einer Hypothese zur anderen übergegangen ist, und dass von Geschlecht zu Geschlecht nur das Geständniss der Unmacht überliefert wird. Denn wie im Alterthume bald das Feuer, bald das Licht als das belebende Princip der Welt angesehen wurde, so ist es zu unserer Zeit der noch viel räthselhaftere Elektromagnetismus, welchem man diese Rolle zutheilt.

Bei keiner Untersuchung werden wir so entschieden auf die göttliche Macht hingewiesen, als bei der über das Leben, welches sich als ein geheimnissvoller und unerforschlicher Ausdruck derselben geltend macht. Mag der Mensch die Tausende von Welten, mit welchem die Hand des Schöpfers den unermesslichen Raum so reich bevölkert hat, noch so sehr anstaunen; mag der Geist beim

*) *Hist. natur.*, II. ep. 63.

Anblicke aller der Wunder, die uns umgeben, noch so sehr von Bewunderung ergriffen werden: was wäre dennoch das ganze Universum und die ganze Schöpfung ohne Leben! Sind nicht die Gesetze der Moral ebenso erhaben, ebenso gross, wie das Gesetz der Gravitation! Mögen die Forscher sich noch so sehr anstrengen, mag die Wissenschaft noch so sehr grübeln über dem Wesen der Materie, mögen auch noch so viele Fragen an die Natur gerichtet werden; man wird immer die Antwort erhalten, dass die ganze Schöpfung nur durch das Leben allein Gehalt gewinnt. Die Planeten, auf denen die Bedingungen, welche nach unserer Ansicht zur Existenz lebender Wesen unumgänglich nöthig sind, zu fehlen scheinen, machen auf uns Erdbewohner nur den Eindruck der Trauer und der Trostlosigkeit, und erwecken in uns nur die Vorstellung von einem Chaos.

Alle Naturforscher haben es versucht, das Leben zu beschreiben und die Erscheinungen, welche an organisirten Wesen wahrgenommen werden, zu analysiren; indessen noch keinem ist es gelungen, es zu erfassen, und — wir scheuen das Geständniss nicht — es wird auch dies Räthsel bis ans Ende der Tage das Geheimniss des Schöpfers bleiben. Bichat hat folgende Definition vom Leben gegeben: Das Leben ist der Inbegriff aller der Functionen, welche den Tod bekämpfen; Richerand: Das Leben ist ein Inbegriff aller der Erscheinungen, welche in den organisirten Körpern innerhalb eines begrenzten Zeitraums auf einander folgen. Diese Definitionen sind, ungeachtet sie lange Zeit in den neueren Schulen gelehrt worden sind, gleichwohl sehr mangelhaft. Die erstere schliesst fälschlicherweise die Idee in sich, dass die äusseren Agentien es auf die Zerstörung des Organischen abgesehen hätten; die andere ist in zu allgemeinen Ausdrücken abgefasst und kann mit demselben Rechte als Definition eines Fieberanfalles, der Menstruation u. s. w. gelten. Denselben Vorwurf machen wir Kant's Definition: Das Leben ist ein inneres Thätigkeitsprincip. Ist nicht der Gährungsprocess, die chemische Verwandtschaft, die Bewegung ebenfalls in gewissen Körpern ein inneres Thätigkeitsprincip? Einige Schriftsteller, namentlich die Anhänger des Organismus, haben sich die Sache zu leicht gemacht und, indem sie synonyme Ausdrücke in die Definition aufnahmen, eine Definition zu geben geglaubt. Als Beispiel führen wir Dezeimeris an, welcher sich so ausdrückt: „Das Leben ist die den organischen Wesen eigenthümliche Art zu existiren.“ Ebenso drückt sich Lelut, wiewohl er selbst keine Hoffnung hegt, dass je eine genügende Definition dieser geheimnissvollen Erscheinung gefunden werden möchte, fast mit denselben Worten aus, wenn er sagt: „Das

Leben ist eine der verschiedenen Arten der Existenz, und zwar diejenige, welche die sogenannten organischen Wesen, nämlich die Pflanzen und Thiere, gemein haben.“*)

Eine grosse Zahl von Philosophen, insbesondere die Animisten[1]) der Stahl'schen Schule betrachten das Leben als ein der Materie inwohnendes Princip, von welchem sich diese im Augenblicke des Todes trennt. Doch verwechseln sie in der Regel das Lebensprincip mit der Lebenskraft (*anima*), der sie nicht nur die Erhaltung der Existenz, sondern sogar die Fähigkeit zuschreiben, den Agentien, welche den Organismus durch Krankheiten zu zerstören drohen, entgegen zu arbeiten. Auch Aristoteles gehört zu dieser Klasse von Philosophen, denn er sagt: „Leben nennen wir die Ernährung, das Wachsen, die Abnahme an sich.“ Ebenso verdient die Definition Lordat's, eines der berühmtesten Repräsentanten der Lehren Montpellier's, angeführt zu werden. Nach diesem Physiologen ist das Leben eine Verbindung des inneren Sinnes und des materiellen Ganzen, welche durch ein ἔνορμῶν oder durch eine bewegende Ursache, deren Wesen unbekannt ist, zusammengehalten wird. Wäre der Mensch das einzige unter allen Geschöpfen, welches sich der Wohlthat des Lebens erfreute, so könnte man sich diese Definition wohl gefallen lassen; allein sie passt nicht auf einige Arten der Thiere und noch weniger auf alle Pflanzen.

Die Anhänger des Organismus betrachten das Leben gar nicht als etwas Ursachliches. Es ist nach ihrer Meinung weder an etwas Festes, noch an etwas Flüssiges, noch an einen Körper, noch an ein Organ, noch an eine Function gebunden, sondern es ist eine Eigenschaft einer Verbindung von Gewebe und Organen, ein Bewegendes, ein harmonisch Stimmendes, mit einem Worte das Resultat der Organisation. Indessen Organisation und Leben sind zweierlei: denn es giebt organische Körper, in denen das Leben ge-

*) Zweck jeder Definition scheint uns zu sein, eine abstracte Idee fasslicher zu machen; folglich sind die zu verwerfen, welche durch Zweideutigkeit der Begriffe und Unbestimmtheit des Gedankens die Undeutlichkeit vermehren. Beispiele dieser Art sind folgende: Das Leben ist in den Theilen eines Körpers, welchen dasselbe inwohnt, der sachliche Zustand, welcher in ihnen organische Bewegungen gestattet, und diese, das active Leben ausmachenden Bewegungen entspringen aus einem erregenden Reize. (Lamarck.) — Das Bewegungsvermögen, welches dem Bewegten dient. (Erhard.) — Die neben der Verschiedenheit der äusseren Einwirkungen bestehende Einheit der Erscheinungen. (Treviranus.) — Eine zeitweise unterhaltene und bemessene Kreisbewegung; die Zeit aber ist die unendliche Sphäre, in deren Mittelpunkte Gott thront, und auf deren Umfange die Geschöpfe in schneller Reihenfolge die ihnen zugewiesenen Kreise beschreiben. (Virey.)

wissermassen schlummert, und andere, die Keime, welche von dem Lebensprincipe erfüllt sind, in denen aber die Organisation noch nicht existirt. Einer der thätigsten und beredetsten Anhänger des Organismus hat jedoch für die entgegenstehende Ansicht neue Gründe vorgebracht: „Wenn man, so sagt Bérard, zwei Eierchen von Säugethieren unter ein Mikroskop bringt, so kann man auch bei der skrupulösesten Aufmerksamkeit nicht den geringsten Unterschied entdecken. Man sieht in dem einen wie in dem anderen nur Körnchen und Kügelchen und ausserdem ein kleines durchscheinendes Bläschen (das Keimbläschen)." Sollte man nun nicht meinen, dass aus diesen beiden Eierchen auch gleichgestaltete Thiere sich entwickeln würden? O nein! Aus dem einen entsteht möglicher Weise eine Maus, aus dem andern ein Elephant. Doch der Chemiker vermag vielleicht Verschiedenheiten zu entdecken, welche unter dem Mikroskope nicht aufzufinden sind! Bérard unterwarf, um sich hierüber zu vergewissern, zwei Vogeleier der chemischen Analyse; allein es fanden sich in beiden durchaus dieselben Stoffe: viel Eisweiss, Dotter, Fett, einige Salze, Phosphor, Schwefel, Eisen. Sollte nun aus beiden Eiern ein gleicher Vogel ausschlüpfen? O nein! Aus dem einen möglicherweise ein Adler, aus dem andern ein Zaunkönig. Wenn nun aus Stoffen an denen man weder durch eine mikroskopische, noch durch eine chemische Untersuchung den geringsten Unterschied entdecken kann, so verschiedenartige Wesen entstehen, ist man dann nicht berechtigt anzunehmen, dass ihnen ein belebendes Princip inwohnt, welches aller unserer Hülfsmittel, durch welche wir demselben nachspüren, spottet, und so verschiedene Gestalten während der Entwickelung des Embryo bestimmt? Bérard verwirft deshalb die Behauptung, welche er vorher mit einem gewissen Wohlgefallen aufstellte. Er bemerkt mit Recht, dass ein Ei durchaus kein Keim sei, sondern ein zur Ernährung eines Keimes bestimmter Stoff; dass der Keim innerhalb des Eies anfänglich nur eine überaus kleine Stelle einnimmt, und also bei der mikroskopischen und chemischen Untersuchung sich jeder Wahrnehmung entziehen kann. Man könnte also nach Bérard annehmen, dass die Natur des Keimes von einer ureigenen Constitution sei, wenn auch äusserlich gleich in den verschiedenen Arten.

Endlich lassen mehrere Naturforscher das Leben, indem sie es auf physikalische Theorien zurückzuführen suchen, in einer ununterbrochenen Reihe chemischer Vorgänge bestehen. Die einen finden das Lebensprincip in dem, auch Lebensluft genannten, Sauerstoffe; die anderen, deren Zahl überwiegend ist, und zu denen namentlich Ritter, Proschaska, Pfaff, Hildebrandt, Autenrieth, Dugès, Lamarck gehören, sind geneigt, in dem Elektromagnetismus und in den Imponderabilien überhaupt eine organisirende und belebende Kraft zu erblicken.

Es ist zwar wahr, dass das Leben nur in der Organisation, deren erster Ausdruck, deren einfache, primitive und elementare Form die Zelle ist, existirt und dass es ohne Zutreten physikalischer Agentien sich nicht entfalten und erhalten kann; aber annehmen zu wollen, dass es dem Lichte, der Wärme, der Feuchtigkeit, dem Sauerstoffe, der Erde oder der Elektricität seinen Ursprung eigentlich verdanke, das hiesse die Möglichkeit zugeben, dass lebende Körper durch ein physikalisches Princip, durch die Naturkräfte selbst erzeugt werden könnten, das hiesse mit einem Worte die Lehre von der spontaneen Zeugung zugeben. Burdach sagt[2]): „Die ungleichartige Zeugung (*generatio heterogenea, aequivoca, primitiva, primigena, originaria, spontanea*) ist die Entstehung eines lebenden Wesens, welches nicht von Individuen derselben Art Stoff und Anlass nimmt, vielmehr von Körpern anderer Art ausgeht und durch Zusammenwirken anderer Verhältnisse veranlasst wird. Sie ist die Entstehung eines neuen, elternlosen Wesens, also eine ursprüngliche Zeugung oder eine Schöpfung, und wir erkennen sie überall da an, wo wir einen organischen Körper entstehen sehen, ohne dass wir einen anderen derselben Gattung, von welchem er stammen könnte, oder einen die Fortpflanzung vermittelnden Theil desselben wahrzunehmen vermögen."

Auf ein System, welches sich vorzugsweise auf die Philosophie, auf die Naturgeschichte und auf die schwierigsten Fragen der Physiologie stützt, näher einzugehen, dazu ist hier nicht der Ort; auch nützt es nichts, daran zu erinnern, dass diese Hypothese schon von Leucipp und den Epicuräern aufgestellt, dass sie in allen Jahrhunderten bis auf Buffon und Lamarck durch hervorragende Männer weiter gelehrt und aufrecht gehalten ist. Sie hat stets den entschiedensten Widerspruch gefunden; selbst den Epicuräern trat man zur Zeit ihrer grössten Blüthe mit der Frage entgegen, warum denn die sonst so fruchtbare Natur jetzt nicht das Geringste neu erschaffe, warum ohne Saamen, ohne Ei nicht das geringste junge Wesen jetzt entstehe. Wie lautete die Antwort auf diesen so nahe liegenden, die Schwäche — ich möchte fast sagen die Unreife — dieses Systems so recht bezeichnenden Einwand! Nach Lucretius entgegnete sie, dass die an der Grenze ihrer Fruchtbarkeit angelangte Erde wie eine alte Frau ruhe. Columella sagt: „*Falso credidit Tremellius, parentem omnium terram, sicut muliebrem sexum, aetate anili jam confectam, progenerandis esse foetibus inhabilem.*"

Je strenger die Regeln, nach denen man bei einer Beobachtung zu verfahren hat, wurden, desto mehr zerfiel dies phantastische Gebäude. Der gesunde Menschenverstand, der Augenschein hat zu allen Zeiten die spontanee Zeugung des Menschen und der grossen Thiere

gerichtet; aber man hielt dies System bei den mikroskopischen Thieren, bei den Würmern und Insecten noch fest.*)

Buffon, der leider Redi's, Swammerdam's, Réaumur's Entdeckungen keine Rechnung trägt, hält es für möglich, dass eine ebenso grosse Zahl lebender Wesen durch eine zufällige Vereinigung organischer Elementartheilchen entstehen könne, wie durch geregelte Zeugung. Ja, er fügt hinzu, indem er das System bis zu den äussersten Consequenzen verfolgt: „Je mehr man die Natur beobachtet, desto mehr stellt sich heraus, dass im Kleinen weit mehr Wesen auf diese, als auf jede andere Weise entstehen. Man wird sich überzeugen, dass diese Art der Entstehung nicht nur die häufigste und allgemeinste ist, sondern auch die älteste, d. h. die erste und die universalste.“ Diese scheinbar scharfsinnigen, gleichwohl fehlerhaften Ansichten wurden indessen bald durch genaue Beobachtungen widerlegt, so dass nicht der geringste Zweifel mehr übrig blieb. Die mikroskopischen Entdeckungen und Arbeiten von Réaumur, Bonnet, Vallisnieri, Hooke, Sennebier u. s. w. zeigten mit Entschiedenheit, dass die mikroskopischen Insecten deutliche Geschlechtstheile haben, dass sie sich begatten und durch Eier fortpflanzen. Auf eigene Forschungen und auf vorangegangene Erfahrungen gestützt stellte dann Harvey[4]) das Axiom auf: ***Omne vivum ab ovo.*** Man war sogar so glücklich den Saamenstaub bei den Moosen und Pilzen zu entdecken. Als Sennebier eine wohl verschlossene Flasche destillirten Wassers vier Jahre lang dem Sonnenlichte aussetzte, bildete sich auch nicht eine Spur von der Priestley'schen grünen Materie. Die Experimente von Schultze und Schwan sind noch schlagender. Denn als diese Gefässe mit destillirtem Wasser und organischer Materie, die sie vorher von je-

*) Bei den Pflanzen gab es nach den Alten drei Arten der Entstehung. Plinius sagt: „*Arbores, quas naturae debeamus, tribus modis nascuntur: sponte, aut semine, aut ab radice.* Virgilius spricht in folgender Stelle der *Georgica* dieselbe Idee aus:

Principio, arboribus varia est natura creandis.
Namque aliae, nullis hominum cogentibus, ipsae
Sponte sua veniunt, camposque et flumina late
Curva tenent: ut molle siler, lentaeque genistae,
Populus, et glauca canentia fronde salicta.
Pars autem posito surgunt de semine, ut altae
Castaneae, nemorumque Jovi quae maxima frondet
Aesculus, atque habitae Grajis oracula quercus.
Pullulat ab radice aliis densissima silva,
Ut cerasis ulmisque; etiam Parnassia laurus
Parva sub ingenti matris se subjicit umbra.
Hos natura modus primum dedit; his genus omne
Silvarum fruticumque viret nemorumque sacrorum.
(Georgicorum lib. II. 9—21.)

dem Keime gereinigt hatten, anfüllten, dann in die Mischung sauerstoffreiche Luft einströmen liessen, welche durch Schwefelsäure gegangen oder der Rothglühhitze ausgesetzt gewesen war, so zeigte sich nie eine Spur von Schimmel, und ebensowenig konnte man mit dem Mikroskope ein animalisches oder vegetabilisches Wesen auffinden. Sobald aber eine dieser Bedingungen nicht erfüllt war, oder man mit staubigen Stoffen beladene Luft einströmen liess, sah man nach kurzer Zeit Infusorien sich einstellen.

So oft man diese Versuche erneuerte, ergab sich, selbst wenn man dabei Abänderungen traf, jedoch mit derselben Sorgfalt verfuhr, stets derselbe Erfolg; niemals konnte man eine spontanee Zeugung darthun. Für alle vorher dunklen und unbegreiflichen Erscheinungen hat man vollständige Lösung gefunden, und seit man die wahre Fortpflanzungsweise der Pilze und des Schimmels und die ungeheuere Menge von Eiern und Keimen, die in dem Wasser enthalten sind oder durch die Luft fortgeführt werden, kennen gelernt hat, sind die letzten Zweifel beseitigt. Fries hat gefunden, dass die Zahl der Keimkörner von *Reticularia maxima* 10 Millionen erreicht, und Ehrenberg hat nachgewiesen, dass ein Räderthierchen, *Hydatina senta,* in 10 Tagen eine Million Individuen erzeugen kann. Einige Infusionsthierchen sind so klein, dass oft 50000 dieser Thierchen noch nicht den Raum eines Sandkornes einnehmen (Leeuwenhoeck). *)[5])

Es steht heut zu Tage fest, dass einige, sonst als spontanee angesehene Zeugungen in der That in nichts weiter bestehen, als in dem Wiederaufleben einiger Körper aus dem Pflanzen- oder Thierreiche, deren Leben entweder in Folge einer Austrocknung oder aus einem anderen Grunde schlummerte. Der grösste Theil der Moose lässt

*) Es liegt in der Natur gewisser Geister sich gegen den Augenschein zu sträuben, oder ihm entweder erdachte Thatsachen oder nicht mit gehöriger Sorgfalt angestellte Experimente entgegen zu stellen. So weiss ich nicht, in welche Kategorie ich das Experiment eines gewissen Cross aus Broomfield bringen soll. Als dieser vor einigen Jahren mit Hülfe der Volta'schen Säule eine Krystallisation zu Stande bringen wollte, hatte er Kiesel bis zum Weissglühen erhitzt und in eine Art Brei verwandelt, welchen er mit Salzsäure sättigte. Diese Mixtur filtrirte er und liess sie tropfenweise auf ein — um jeden Lebenskeim zu tödten — vorher bis zum Weissglühen erhitztes Stück Eisenerz fallen. Cross sah nun täglich nach seinem Experimente. Am vierzehnten Tage bemerkte er einige helle Flecke; am 18. hatten sie an Grösse etwas zugenommen; am 26. fanden sich an jedem dieser kleinen Körper 8 Füsse; endlich am 26. sah er, dass er vollkommene Insecten mit 8 Füssen, 4 Schwanzborsten und sehr behaarten Seiten u. s. w. erzeugt hatte. Cross wiederholte den Versuch mit Weglassung der Säure und drei Wochen nachher nahm er an dem einem Pole der Säule wieder eins dieser fremden Insecten wahr. Aus diesem Versuche wollte man den Schluss ziehen, dass die Elektricität nicht nur das Princip der Bewegung, sondern sogar des Lebens in dem Thier- und Pflanzenreiche sei.

sich nach Jahrelanger Aufbewahrung in einem Herbarium wieder durch Befeuchtung beleben. So hat man auch Saamen aus Tournefort's Herbarium und nicht minder mehrere Jahrhunderte alte Getreidekörner keimen sehen. Nach Treviranus fand man unter den Binden einer ägyptischen Mumie eine Zwiebel, die in feuchte Erde gelegt Sprossen trieb. Leeuwenhoeck belebte durch Befeuchten ein Räderthierchen, welches er durch Austrocknen lange Zeit anscheinend todt aufbewahrt hatte. Spallanzani ging noch weiter, indem er ein Räderthierchen zwei Jahre lang in trocknem Sande aufbewahrte und es dann wieder belebte; er liess es elfmal eintrocknen und elfmal brachte er es wieder zum Leben. Gewisse Thiere, z. B. der Siebenschläfer, das Murmelthier u. s. w. verbringen die langen Winter in einer lethargischen Unbeweglichkeit; das erste Erwachen des Frühlings belebt sie wieder. Fliegen, welche einige Zeit unter Wasser getaucht waren, hat man, indem man sie in die Sonne legte, wieder zum Leben gebracht. Man versichert, dass von der heftigen Kälte des Nordwindes überraschte Schwalben mehrere Monate, ohne ihr Leben einzubüssen, in dem Eise gefrorener Flüsse gesteckt haben; denn mit Hülfe von Wärme und unter sorgsamer Pflege gelang es, den offenbaren Tod, in welchem sie zu liegen schienen, wieder zu verscheuchen und ihnen ihre Lebhaftigkeit und Munterkeit wieder zu geben.

Die Anhänger der Lehre von der spontaneen Zeugung wollen dennoch nicht zugestehen, dass in den Räderthierchen von Leeuwenhoeck und Spallanzani noch Leben vorhanden gewesen sei, und ebenso verhalten sie sich den Thieren gegenüber, welche durch Einwirkung der Kälte in eine Art Todesschlaf versetzt werden; nach ihnen sind die letzteren eigentlich weder todt noch lebend. Sie sagen, die Hauptfunctionen des Organismus seien allerdings aufgehoben; aber wenn keine wesentliche Störung des Bestandes der festen und flüssigen Theile eintrete, so komme die Maschine, sobald man für einige Maschinentheile, z. B. durch eine künstliche Einathmung, die Bedingungen verändere, wieder in Gang. „Kann man denn, sagt Jourdan, anderer Seits annehmen, dass in dem Atome der erhärteten Materie, in welches sich die gallertartige Masse des Räderthierchens zusammenzieht, noch Leben sei? Ist es nicht vielmehr weit wahrscheinlicher, dass es durch das Eintrocknen völlig vernichtet ist, d. h. dass hierdurch die zu Bewegungen anreizende Ursache zwar entfernt ist, aber gleichwohl in der Zellenmasse alle Verhältnisse bestehen bleiben, welche unter sonst günstigen Umständen einer erregenden Ursache vitale Bewegungen zu veranlassen gestatten?... Tritt in einem solchen Falle nicht vielmehr statt einer eigentlichen Auferweckung eine neue Schöpfung ein?“

Diese Einwände sind mehr scheinbar, als stichhaltig. Dass

im Zustande der Asphyxie oder der Lethargie ein organisches Wesen weder todt noch lebend sei, können wir nicht zugeben. Es giebt nichts Entschiedeneres als den Tod; er ist die vollständige Auflösung, welcher einige Körper leichter, andere schwerer widerstehen. Bei den Thieren, welche einen Winterschlaf halten, wie der Siebenschläfer, das Murmelthier, der Dachs, der Igel, die Fledermaus, der Hamster, sind mehrere Functionen zwar aufgehoben, aber das Leben im Ganzen besteht noch fort. Ueberhaupt ist das Leben nach gewissen Verhältnissen und unter ungleichen Bedingungen unter die verschiedenen Wesen der Schöpfung vertheilt. Buffon hat ganz recht, wenn er die Pflanze mit einem schlafenden Thiere vergleicht, und nach Aristoteles kann die Seele der Pflanzen keine Bewegung zur Ausführung bringen, weil sie in einer Erstarrung liegt, aus welcher sie nichts zu erwecken vermag. (*Aristot., de generat. animal.*)

Es würde ein arger Missgriff sein, wenn man die Lebenskraft gewisser Sämereien und einiger Arten von Thieren mit der des Menschen und der grossen Säugethiere vergleichen wollte. Spallanzani hat bewiesen, dass die mikroskopischen Thierchen nicht nur der Erhärtung und Austrocknung, sondern sogar der Einwirkung des kochenden Wassers und der Hitze des Feuers trotzen.

Bérard sagt: „Ein wohl zu beachtendes Argument gegen die spontanee Zeugung der Infusionsthierchen bietet nach meiner Ansicht die constante Entstehung bestimmter Formen, welche es möglich gemacht hat, diese Wesen, ebenso wie die anerkanntermassen nicht elternlosen Thiere, denen ihre Eltern eben ihre Form gewissermassen angezeugt haben, in Gattungen und Arten einzutheilen. Man sollte erwarten, dass die spontanee Zeugung uns täglich neue Arten vorführen müsste. Aber dies Argument, setzt Bérard hinzu, verliert an Bedeutung, wenn man bedenkt, dass bei den Eingeweidewürmern (Entozoen), wo doch ganz entschieden eine spontanee Zeugung stattfindet, gleichwohl die Entstehung derselben Formen beobachtet wird.“ Die Infusionsthierchen sind in der Natur in kaum glaublicher Menge vorhanden; man findet sie zu Tausenden in einem Wassertropfen, in der geringsten Luftmasse, im Innern von fast allen Körpern, und doch ist die Zahl ihrer Arten eine sehr beschränkte, denn bis jetzt hat man noch nicht mehr als acht Familien von Infusionsthierchen aufstellen können. Das constante Auftreten derselben Formen scheint uns mithin ein unwiderlegliches Argument gegen die spontanee Zeugung zu sein. Sollte man nun nicht streng logisch schliessen, dass die spontanee Zeugung der Eingeweidewürmer eine Chimäre sei, gerade weil bei ihnen dieselben Formen immer wiederkehren? Man hat die Eier dieser Schmarotzer in dem Blute circuliren sehen; man hat sie zu

Tausenden in den Lungen der Frösche und in Fischen gefunden. Wenn sie durch das Essen und Trinken in den menschlichen Körper kommen, so bleibt in den meisten dieser keimfähigen Stoffe die Lebenskraft ruhen, oder sie sterben sogar ab; allein treten in den Flüssigkeiten und in den Organen unseres Körpers günstige Verhältnisse ein, so entwickeln sich auch einige derselben. Kann man sich bei der Kleinheit der Eier von Eingeweidewürmern — denn man kann sie kaum mit dem schärfsten Mikroskope erkennen — wundern, wenn man sie in ringsumschlossenen Räumen und sogar in dem Fötus findet, der den mütterlichen Schoos noch nicht verlassen hat."

Die Lehre von der spontaneen Zeugung, ungeachtet die Erfahrung mit derselben im Widerspruch steht, taucht doch immer wieder auf und selbst unter den Physiologen der neueren Zeit finden sich Vertheidiger, wie Burdach, Treviranus und Bérard, wenn sie auch diese Art der Entstehung, *prolem sine matre creatam,* nur bei den Infusorien und Eingeweidewürmern gelten lassen. Andere Physiologen, deren Verdienste allgemein anerkannt sind, namentlich Müller und Longet, sind gegen diese ganz willkürliche und überdies mit den wahren Principien der Naturphilosophie im Widerspruch stehende Hypothese aufgetreten. Wie kann man auch im Ernste behaupten, der Schöpfer habe zu Gunsten zweier Arten von Thieren, die auf der niedrigsten Stufe des thierischen Lebens stehen, das grosse Gesetz, welches die ganze organische Welt beherrscht, aufgehoben? Longet sagt: „Wenn man den historischen Gang verfolgt, den man bei dem Studium der Entwickelung der Infusorien oder der Entstehung der Eingeweidewürmer genommen hat; wenn man alles beachtet, was Erfahrung und Beobachtung geliefert haben; wenn man bedenkt, mit welcher Sorgfalt man bei allen anatomischen und physiologischen Untersuchungen, die hierauf Bezug haben, zu Werke gegangen ist: so muss man gestehen, dass das Ergebniss der gründlichen Untersuchung stets die Unhaltbarkeit der Hypothese von der spontaneen Zeugung gewesen ist. Bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft muss man also diese Hypothese entschieden verwerfen, und darf nicht etwa deshalb auf dieselbe zurückkommen, weil man noch nicht in allen Fällen die Erzeugung der lebenden Wesen hat nachweisen können. Die letztere ist übrigens nicht so leicht abgemacht, wie es von Burdach geschieht, der unsere Ansicht durchaus nicht theilt. Denn wenn es auch vom rein philosophischem Standpunkte aus ziemlich gleichgültig ist, ob die Thiere sich spontan bilden können, oder ob zu ihrer Entstehung durchaus Eltern nöthig sind; so muss doch der Physiolog vor allen Dingen das Wahre zu erforschen bemüht sein und sich stets an die Erfahrung halten, wenn sie ihm hierüber Auf-

schluss zu geben vermag. Wenn auch die spontanee Zeugung denkbar ist, so spricht doch nichts Positives für sie; im Gegentheil wird durch die Erfahrung und die immer vollkommener werdenden Beobachtungen eine der sie stützen sollenden Thatsachen nach der anderen in ihrer Nichtigkeit nachgewiesen und die, welche wegen der Unvollkommenheit unserer Hülfsmittel noch übrig geblieben sind und zu ihren Gunsten sprechen könnten, sind gerade von wenig Belang. Aus diesen, für uns wenigstens ausreichenden, Gründen können wir sie bei den Thieren und im Allgemeinen bei allen organischen Wesen nicht zugestehen.“*)

Wir betrachten es also als eine entschiedene Sache, dass jedes lebende Wesen seinen Ursprung einem gleichartigen Wesen zu danken hat. Jedes Erzeugte setzt ein früher Erzeugtes voraus. Hiernach definiren wir das Leben als ein Thätigkeitsprincip, welches dem organischen Körper auf dem Wege der Zeugung eingeimpft wird. An die Organisation ist es untrennbar gebunden, wiewohl es etwas davon Verschiedenes ist, und wenn diese gestört ist, hört es auf. St. Jacobus[6]) schreibt: „Denn was ist euer Leben! Ein Dampf ist es, der eine kleine Zeit währet, darnach aber verschwindet er.“ Es ist ein anvertrautes Pfand, mit welchem wir eine Zeitlang wuchern sollen. Lucretius nennt die Menschen sehr wahr nur die Nutzniesser des Lebens:

Et quasi cursores vitai lampada trahunt.

Lopez de Vega schildert das Leben unter dem Bilde eines Nachen, welcher seine Schmerzen unter Schweigen der Ewigkeit zuführt.

Wird man mir aber nicht den Einwand machen, dass ich sagen möchte, was aus dem Leben, wenn es ein Princip, eine Ursache, eine Kraft sei, werde, sobald es sich von den Organen trennt? Ich mache die Gegenfrage: Was wird aus dem Lichtstrahle, sobald er aufhört, sichtbar zu sein? Was aus der Verwandtschaft zweier Atome, sobald sie geschieden werden? Was aus der Krystallisation eines Salzes, sobald es zerfallen ist? Was aus dem Magnetismus eines Stahlstabes, sobald er einem hohen Hitzegrade ausgesetzt wird? Die Frage nach dem Lebensprincipe ist eine von den Fragen nach den ersten Ursachen, und diese Fragen sind so unfassbar, in so tiefes Dunkel gehüllt, dass sie für unser beschränktes Erkenntnissvermögen ewig unbeantwortbar bleiben werden; denn ist unser Wissen auch einerseits so gross, so ist es andererseits doch wieder so klein, dass wenn wir dort uns im Stolz erheben, wir uns

*) *Traité de physiologie* II. 3. partie, p. 25.

hier wieder in Demuth beugen müssen. Oder da wir von der Natur nicht fordern dürfen, was sie nicht zu leisten vermag; da wir von unserem Erkenntnissvermögen nicht verlangen müssen, was es nicht zu fassen im Stande ist: so müssen wir die Lösung dieses Problems einzig und allein da suchen, wo wir sie zu finden hoffen dürfen. So anerkannten Pythagoras, Thales, Anaxagoras, welchen die Materie etwas Ewiges war, die Nothwendigkeit eines göttlichen Waltens in der Schöpfung des Universums; Aristoteles fragt, wie es möglich sei, dass alle Dinge sich ohne einen uranfänglichen Stoss bewegen könnten; Descartes, Leibnitz und Newton sehen sich in gleicher Weise gezwungen, um für die Philosophie eine feste Basis zu gewinnen, eine Urkraft anzunehmen. Doch dies führt uns in das Gebiet der Metaphysik, wo des Streitens doch kein Ende und Halt ist; wir brechen daher ab, um auf dem festen Grunde des Thatsächlichen zu bleiben.

Es scheint seltsam, dass die Erde, welche Homer *φοσίζοος* und Hesiod *φερέσβιος*, d. h. Lebenerzeugend oder Lebengebend, nennen, nicht im Stande sein soll, das geringste animalische oder vegetabilische Wesen zu erzeugen. Borelli hat in einem Werke, welches den Titel: ***De motu animalium*** (1679) führt, nachgewiesen, dass die Wirkungsweise mehrerer Organe des menschlichen Körpers nach physikalischen Gesetzen erfolgt; aber diese sind unvermögend die Lebenserscheinungen und namentlich die Zeugung der lebenden Wesen zu erläutern. In der neuesten Zeit hat die organische Chemie, welche durch Chevreul, Dumas, Raspail, Liebig u. a. so riesige Fortschritte gemacht hat, die Physiologie und Gesundheitslehre mit bedeutenden Entdeckungen bereichert. Die einfachen Stoffe, die in den organischen Wesen vorkommen, bilden Verbindungen, sogenannte Radikale, deren Umwandlung, Rolle und Wirkung die Chemiker mit seltenem Scharfsinn studirt haben. Man weiss, dass nicht alle elementaren Stoffe in gleicher Weise befähigt sind, organische Körper zu bilden. Der Kohlenstoff ist der Hauptbestandtheil, die Basis, im Pflanzenreiche; man findet ihn ebenso in grosser Menge in den Thieren, ebenso wie Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Chlor, Calcium, Natrium, Kalium und Eisen; ferner hat die Analyse allerdings in untergeordneter Menge, noch andere einfache Stoffe nachgewiesen, wie Kieselsäure, Fluor, Jod, Brom, Magnesium, Aluminium, Mangan, Kupfer, Blei und Arsenik. Ist man nun mit Treviranus wegen des Vorkommens elementarer Stoffe in organischen Körpern zu dem Schlusse berechtigt, dass auf der Oberfläche der Erde eine wesentlich active, unzersetzbare, lebensfähige und bisweilen Leben erregende Materie sei? Diese Ansicht ist nicht wahrscheinlicher, als die Lehre Demokrit's und Bayle's von den sensiblen

Atomen, Buffon's von den organischen Moleculen und des Anaxagoras von den Homöomerien. Die Chemiker vermögen nicht einmal unter weit einfacheren Verhältnissen, wie z. B. beim Gummi, Amidium, Fett, mit diesen Stoffen, die sie doch fast wie lebend ansehen, zu Stande zu kommen, um einen von ihnen zu bilden. Dutrochet hatte der Academie der Wissenschaften die Mittheilung gemacht, dass es ihm mittelst des galvanischen Stromes, den er durch eine Ei-Emulsion habe gehen lassen, gelungen sei Muskelfaser zu erzeugen; aber es ergab sich als eine völlige Täuschung. So hat die organische Chemie, welche sich auf die Analyse der festen und flüssigen Körper, auf die Entdeckung der Radikale der lebenden Wesen, auf das Studium ihrer Eigenthümlichkeiten und ihrer Umwandlung im Innern des Organismus beschränken muss, auch durch die geschicktesten Operationen noch nie weder ein Thier, noch eine Pflanze, sei es auch von der untersten Stufe, z. B. eine Milbe, oder etwas Moos hervorzubringen vermocht, geschweige denn, dass sie eine Faser, eine Zelle, Kleber oder Eiweiss hätte zu Stande bringen können.

Es ist demnach nöthig, ohne an vage Theorien sich zu halten, eine Urschaffung bei allen lebenden Wesen, die wir auf der Erde finden, anzunehmen[7]); denn das Leben ist, wie gesagt, ein von der Materie unabhängiges Princip, bei dessen vollkommenster Entwickelung wir drei Haupteigenschaften erkennen, nämlich Empfindung (Sensibilität), Bewegbarkeit (Motilität), Ernährung (Nutricität). Dies Princip ist Bellini's *force contractile naturelle*, Gorter's *vis vitalis*, Cudworth's *nature plastique*, Blumenbach's *nisus formativus*. Barthez schreibt ihm mit Recht die bei so ungleichen Functionen bewunderungswürdige Harmonie, die in einem Körper ungeachtet der grossen Zahl von Organen sich findende Uebereinstimmung und Einheit zu; aber wiewohl er demselben ein selbstständiges Sein zugesteht, macht er doch noch einen Unterschied, je nachdem er auf das, was das Materielle des Körpers gewissermassen belebt, sieht oder auf das, was in den Organen in ihrem Zusammenwirken beseelend sich äussert.

So mysteriös und unfassbar das Leben in seinem Principe ist, ist es auch während seines Verlaufes. Mit der Mehrzahl der Agentien der Aussenwelt steht das Leben in unmittelbarer und nothwendiger Beziehung und Wechselwirkung: mit der Erde, welche den Menschen in so reichem Maasse die zu seinem Gedeihen und zu seiner Erhaltung nothwendigen Nahrungsstoffe liefert; mit dem Wasser, welches unter verschiedenen Namen und unter verschiedenen Formen sich mit den Flüssigkeiten unseres Körpers mischt, die Erde befruchtet und überdies, wenn es der menschliche Geist zu beherrschen und zu bändigen versteht, ein Element der Civili-

sation, der Macht und der Kraft wird, mit der atmosphärischen Luft, die Hippokrates so bezeichnend Lebensspeise, *pabulum vitae*, nennt, in der die vier zu der Bildung unserer Organe so wesentlichen Stoffe sich finden: Sauerstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff. Es steht endlich in inniger Beziehung zu den imponderablen Flüssigkeiten, welche als Licht, Wärme, Magnetismus und Elektricität auf eine geheimnissvolle Art die Materie gewissermassen beleben, den Menschen mit dem Universum in Verbindung setzen und in der Natur bei allen Vorgängen eine so bedeutungsvolle Rolle spielen, dass man geneigt gewesen ist, sie als das Bewegungsprincip bei den todten, und als das Lebensprincip bei den lebenden Körpern anzusehen. Die Phänomene der Naturkräfte, welche bei der Fortpflanzung, dem Wachsen, der Erhaltung und dem Bestehen der organischen Wesen thätig eingreifen, studiren, heisst für die Wissenschaft des Lebens Urkunden sammeln, heisst Materialien zu einer Geschichte des menschlichen Körpers und Geistes liefern.

ERSTES CAPITEL.

Vom Lichte im Allgemeinen.

Keins von allen Agentien oder keins von allen Phänomenen verdient bei all den Wundern, welche uns umgeben, unsere Bewunderung so sehr, als das Licht. Die Möglichkeit der Existenz und die Erzeugung von Pflanzen und einigen Thieren, die auf der untersten Stufe der Schöpfung stehen, ohne Licht können wir wohl zugestehen; aber welche Rolle würde der Mensch spielen, in welcher Lage würde er sich befinden, wenn die Erde mit Finsterniss bedeckt wäre und alle Gestalten in einander verschwämmen? Es müsste ein trostloser Zustand sein, und er könnte nur mit einem schnellen Untergange des ganzen Geschlechtes enden. Die wunderbaren Beziehungen der Himmelskörper auf einander drücken die Gravitationsgesetze aus, aber das Mittel, welches den Menschen mit dem ganzen Universum in Verkehr bringt, ist das Licht; auf der einen Seite lässt es ihn, namentlich mit Hülfe der durch die Kraft seines Geistes erfundenen Instrumente, in die Tiefen des Weltenraumes eindringen, und auf der anderen Seite führt es den Geist desselben zu den Gesetzen, welche die Himmelskörper regieren, und leitet ihn auf der Bahn in das Unbegrenzte.

Die Sonne und die Gestirne sind die natürlichen und unerschöpflichen Quellen des Lichtes. Es entwickelt sich gleichfalls

durch Stoss, Reibung, chemische und elektrische Processe; bei einer Temperatur von 500 Grad werden alle Körper leuchtend. Oel, Wachs, Fett und Harze entwickeln Licht, sobald sie mit dem Sauerstoffe der Luft eine chemische Verbindung eingehen; beim Verbrennen des Kohlenwasserstoffs erhalten wir es in Menge. Der schwefelsaure Baryt (Schwerspath) heisst Lichtsauger; mit demselben theilen Schwefelcalcium, Schwefelstrontium, desgleichen Chlorcalcium die Eigenschaft, eine Zeit lang zu leuchten, wenn sie zuvor dem directen Sonnenlichte ausgesetzt waren.[8]) Vom Phosphor möchte man fast glauben, dass er aus condensirtem Lichte bestände, wenn man seine leichte Entzündlichkeit bedenkt.

Das Wesen und der Grund einiger Lichtphänomene ist uns bis jetzt noch ein Räthsel. Es gehört dahin das Zodiacallicht, dessen milder Glanz namentlich einen Theil der immer gleich langen Tropennächte erleuchtet[9]); das Polarlicht, welches als Nord- und Südlicht in der nördlichen und südlichen Polarzone während der langen Winternächte eine magische Beleuchtung verbreitet[10]); der Nebel (Höhenrauch?) des Jahres 1783, welcher zur Zeit des Neumondes mitten in der Nacht von solcher Helligkeit begleitet war, dass man in einer Entfernung von 500 bis 600 Fuss die Gegenstände deutlich erkennen konnte[11]); die Nächte des Jahres 1831, in denen man im Norden Deutschlands und in Italien um Mitternacht die kleinste Schrift lesen konnte[11]); das zerstreute Licht, welches nach Arago's Bemerkung in den Frühlings- und Herbstnächten bei mit Wolken bedecktem Himmel und nach dem Verschwinden des Schnees eine ziemlich starke Helligkeit verbreitet. Beccaria hat namentlich im Winter in ganz finsteren Nächten oft die Beobachtung gemacht, dass sich einzelne zerstreute Wolken zu einer einzigen zusammenzogen, die im Allgemeinen von unbeträchtlicher Dichte war, und dann ein röthliches Licht ausstrahlte, welches zum Lesen in einem mit gewöhnlichen Buchstaben gedruckten Buche ausreichte. Diese nächtliche Beleuchtung zeigte sich namentlich nach Schneefällen, und der Turiner Naturforscher glaubte, dass sie elektrischer Natur sei.

Die meisten Lichtphänomene, welche in der Atmosphäre auftreten, verdanken ihre Entstehung der Sonne, deren Strahlen Alles, was in ihren Bereich kommt, beleuchten, so dass die Geschichte dieser Phänomene gewissermassen eine Geschichte des Sonnenlichtes ist. Die allergewöhnlichste Erfahrung lehrt, dass von leuchtenden Körpern die Strahlen nach allen Richtungen gehen, und dass in einem gleichartigen (homogenen) Mittel dieselben sich in gerader Linie fortpflanzen. Im leeren Raume nimmt die Stärke der Beleuchtung mit der Entfernung ab und zwar steht sie im umgekehrten Verhältnisse mit den Quadraten derselben; aber wenn das Licht durch durchsich-

tige Körper geht, so erfolgt die Abnahme in einem noch stärkeren Verhältnisse. Um das Verhältniss der Lichtstärke zweier Lichtquellen zu bestimmen, hat man mehr oder weniger sinnreiche Photometer construirt. Bouguer, Leslie und Wollaston haben vergleichende Untersuchungen über die Lichtmenge der Sonne und des Mondes angestellt, sind jedoch zu sehr von einander abweichenden Resultaten gekommen. Nach dem Einen ist das Mondlicht 300,000 Mal schwächer als das der Sonne, nach dem Andern würden 90,000 Vollmonde unsere Erde mit derselben Stärke wie die Sonne beleuchten. [12]) Bis jetzt kannte man nur einen einzigen Körper, der für die Wirkung des Mondlichtes empfindlich war, nämlich das Auge, dessen Pupille sich unter der Einwirkung der Strahlen desselben zusammenzieht. Als die Academie der Wissenschaften zu Paris eine aus Laplace, Malus und Arago gebildete Commission ernannte, um über das Licht unseres Trabanten Untersuchungen anzustellen, bediente man sich einer Linse von sehr grossen Dimensionen und brachte in ihren Brennpunkt Chlorsilber; indessen es war durchaus keine Spur von Färbung dieses Stoffes wahrzunehmen. Erst durch eine später gemachte Entdeckung der neuesten Zeit, auf welche wir noch zu sprechen kommen, ist es gelungen, ein Mondbild auf eine photographische Platte zu graviren. (Abschn. I. Cap. 3.)

Gegen die Körper, welche das Licht trifft, verhält es sich verschieden. Man nimmt an, dass das Licht ohne Hinderniss und ohne irgend eine Modification zu erleiden den unermesslichen (leeren?) Weltraum durchströmt; indessen muss es doch eine Grenze geben, bei welcher der ursprüngliche Stoss seine Wirkung verliert und weder eine Schwingung im Aether, noch eine merkliche Wirkung auf die Netzhaut hervorbringt, da ja auch die auf einer ruhigen Wasserfläche durch einen hineingeworfenen Körper erregten Wellenkreise, je mehr sie sich ausdehnen, an Höhe abnehmen und zuletzt verschwinden. Wie gross muss mithin die den ersten Anstoss gebende Kraft sein, wenn man bedenkt, dass nach Herschel das Licht einiger Nebelflecke erst nach Verlauf mehrerer Millionen Jahre zur Erde gelangt!

Durch vollkommen durchsichtige Körper, z. B. das Glas, das destillirte Wasser und namentlich den allerdurchsichtigsten Körper, die atmosphärische Luft, kann man, wenn das Licht sie durchdringt, die Gestalt und die Farbe der hinter ihnen befindlichen Gegenstände sehen. Die farbigen durchsichtigen Körper ändern die Farbe, aber nicht die Gestalt, während die durchscheinenden Körper zwar das Licht durchlassen, aber nicht die Wahrnehmung der Gestalt in klaren, deutlichen Umrissen gestatten; hierher gehören die Wolken, mattes Glas u. s. w. Die undurchsichtigen Körper halten das Licht vollständig auf; jedoch werden die meisten von ihnen in ganz dünnen Platten durchscheinend oder wohl gar durchsichtig.

Wenn das Licht einen durchsichtigen Körper trifft, so wird ein Theil desselben zurückgeworfen, der andere dringt in denselben ein und erzeugt Wärmeerscheinungen. Sichtbar werden die Körper dadurch, dass sie das auf sie gefallene Licht oder einen Theil desselben zurücksenden (zerstreuen), und die verschiedene Färbung derselben hängt ab von der Verschiedenheit eben dieser zerstreuten Strahlen. Wird alles Licht zurückgeworfen, so erscheinen die Körper weiss, wie man bis auf einen gewissen Punkt leicht zugiebt; warum aber durch die Verschluckung aller Strahlen Schwarz entsteht, lässt sich noch nicht vollständig befriedigend erklären. (?)

Trifft ein Lichtbündel einen undurchsichtigen Körper, so findet sich hinter demselben ein Raum, in welchen direct gar kein Licht gelangt. Dies ist der Schatten. Geht das Licht von einem Punkte aus, so ist der Schatten, abgesehen von Lichtbeugung, scharf begrenzt; dies ist aber nicht der Fall, wenn das Licht von einem Körper kommt, indem dann von einigen Stellen desselben Licht in Theile des Schattens gelangt, zu welchen von anderen her keins kommen kann. Derjenige Theil des Schattenraumes, in welchen von keinem Punkte des leuchtenden Körpers Licht gelangt, ist der Kernschatten, der andere ihn umgebende der Halbschatten. Vom Kernschatten findet in den Halbschatten ein allmäliger Uebergang statt.

Die Geschwindigkeit des Lichtes ist ungemein gross, aber nicht unendlich, wie man lange Zeit glaubte. Römer machte diese Entdeckung in den Jahren 1675 und 1676 bei den Finsternissen des ersten Jupitermondes. Man hat gefunden, dass das Licht in jeder Secunde 79,572 Lieues zu 4000 Meter, genauer nach Struve's neuesten Untersuchungen [13]) 30,808 Myriameter, also 77,010 Lieues, d. h. 41,549 geogr. Meilen zurücklegt. Auf der Oberfläche der Erde, wo die Entfernungen verhältnissmässig zu klein sind, wollte es nicht gelingen, die Geschwindigkeit des Lichtes zu ermitteln, so dass man auf astronomische Beobachtungen angewiesen blieb; in neuester Zeit hat aber Fizeau auch die Schwierigkeiten einer irdischen Beobachtung überwunden und aus einer Reihe von 28 Beobachtungen, welche er am 23. Juli 1849 dem Institute zu Paris vorlegte, die mittlere Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes für eine Secunde zu 70,948 Lieues oder 42,506 geogr. Meilen bestimmt. [14])

Da die mittlere Entfernung der Sonne 20,000,000 geogr. Meilen beträgt, so braucht das Licht 8′ 13″, um von derselben zur Erde zu gelangen. [15]) Für die übrigen Planeten ergeben sich, um den Weg von der Sonne zu ihnen zurückzulegen, folgende Zeitbestimmungen: [16])

Planeten.	Mittlere Entfernung von der Sonne in geogr. Meilen.	Zeit, welche das Licht braucht, um von der Sonne zu den Planeten zu gelangen.
Mercur	8,076,000	0^h 3 Min. 10 Sec.
Venus	15,100,000	0 5 56
Mars	31,800,000	0 12 28
Vesta	49,500,000	0 19 25
Juno	56,000,000	0 21 57
Ceres	57,900,000	0 22 44
Pallas	58,000,000	0 22 46
Jupiter	109,000,000	0 42 45
Saturn	200,000,000	1 18 23
Uranus	637,000,000	4 9 48

Für directes und reflectirtes Licht ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit dieselbe. Bei ponderablen Stoffen finden wir nirgends eine so enorme Geschwindigkeit; denn die grösste auf der Erde ist die einer abgeschossenen Kanonenkugel und diese beträgt 3000 Fuss in der Secunde, so dass bei gleichbleibender Geschwindigkeit eine solche Kugel erst nach 22 Jahren den Weg von der Erde zur Sonne zurücklegen würde.

So ungeheuer auch die Geschwindigkeit des Lichtes sein mag, es vergeht doch immer einige Zeit zwischen dem Abgange und der Ankunft desselben, so dass wir die Gestirne nie an ihrem wahren Orte am Himmelszelte sehen: „Man kann sagen, dass der Astronom, welcher den Uranus beobachtet, denselben ungefähr da erblickt, wo er vor vier Stunden gestanden hat, und dass man ihn von dem Augenblicke an, wo er zu sein aufhören würde, noch vier Stunden lang sieht. Wir kennen die Entfernung der Erde von den Fixsternen zwar nicht, so viel ist aber gewiss, dass der nächste von ihnen wenigstens 200,000 Mal so weit entfernt ist, als die Sonne. Das Licht braucht also, um von diesem auf die Erde zu gelangen, wenigstens 200,000 Mal 8′ 13″, d. h. 1141 Tage oder 3 Jahre und 45 Tage. Ohne Zweifel giebt es Sterne, die so weit von uns entfernt sind, dass Jahrhunderte vergehen, bis ihr Licht auf der Erde ankommt. Alle Sterne des Himmels, die nicht zu unserem Sonnensysteme gehören, könnten also plötzlich vernichtet werden, wir auf der Erde würden doch noch Jahre lang den prachtvollen Anblick des gestirnten Himmels geniessen, freilich dann ein Bild ohne Realität.“ *)[17])

Pouillet unterscheidet in seinen Elementen der Experimental-

*) *Pouillet*, *Eléments de physique*. T. II. p. 148. Vergl. Deutsche Bearbeitung von Müller. Bd. 1. S. 367. 4. Aufl.

Physik Eigenschaften des Lichts, welche rein von der Richtung der Lichtstrahlen bedingt sind, und solche, welche von dieser unabhängig, vielmehr den Strahlen an sich zukommen. Diese letzteren, auf denen die Polarisationserscheinungen beruhen, übergehen wir; denn die Phänomene der doppelten Brechung und der Polarisation gehören ebenso wie die merkwürdigen Farbenerscheinungen des polarisirten Lichts bei Krystallen in das eigentliche Gebiet der Physik, während der grösste Theil der leuchtenden Meteore durch Reflexion und namentlich Refraction des Lichtes beim Durchgange durch die Atmosphäre und die Wolken erzeugt wird. Dies sind aber gerade die Erscheinungen, deren Erforschung Sache der Meteorologie ist.

Vorstehend haben wir einige Modificationen des Lichtes angeführt, welche dasselbe, nachdem es aus dem leeren Raume oder besser aus dem Weltenraume in unsere Atmosphäre eingetreten ist, zeigt, und wir gehen nun über zu dem Auftreffen desselben auf undurchsichtige oder durchsichtige Körper. Fällt ein Lichtstrahl auf eine glatte, polirte Fläche, so wird derselbe nach unveränderlichen Gesetzen zurückgeworfen (reflectirt). Da es aber nicht in dem Plane dieses Werkes liegt, die Erscheinungen zu besprechen, welche polirte Körper und vollkommene Spiegel an sich zeigen, so erwähnen wir nur die beiden Grundgesetze der Reflexion:

1) Das Licht wird so zurückgeworfen, dass der Zurückwerfungswinkel dem Einfallswinkel gleich ist.

2) Einfallender und zurückgeworfener Strahl liegen mit dem Einfallslothe in derselben Ebene (Einfallsebene).

Geht ein Lichtstrahl aus einem durchsichtigen Mittel in ein anderes senkrecht über, so bleibt seine Richtung ungeändert; fällt er aber mehr oder weniger schräg auf, so erleidet sie eine plötzliche Aenderung, indem der Lichtstrahl sich dem Einfallslothe nähert oder von demselben entfernt, je nachdem er in ein dichteres oder dünneres Mittel eintritt. In dem neuen Mittel geht der Lichtstrahl nach seinem Eintreten wieder geradlinig fort. In dieser Richtungsänderung beruht das Phänomen der Brechung oder Refraction, für welche folgende zwei Grundgesetze gelten:

1) Der einfallende und der gebrochene Strahl liegen mit dem Einfallslothe in derselben Ebene.

2) Der Sinus des Einfallswinkels und der Sinus des Brechungswinkels haben für je zwei Mittel ein constantes Verhältniss.

Dies zweite Gesetz heisst bei den Franzosen das Cartesius'sche.[18]) Den Zeiger des Verhältnisses nennt man den Brechungsexponenten. Da der Winkel im dichteren Mittel immer kleiner ist, als der im dünneren, so nähert sich der Lichtstrahl beim Uebergange aus einem dünneren Mittel in ein dichteres dem Einfallslothe, im

umgekehrten Falle entfernt er sich immermehr von demselben,[19]) indessen gilt dies Letztere nur bis zu einer gewissen Grenze. Beim Durchgange durch ein Prisma wird das Licht zerlegt; statt eines runden Sonnenbildes erhält man dann ein langgezogenes, welches nicht mehr weiss ist, sondern die sieben Regenbogenfarben zeigt in folgender Ordnung: Roth, Orange, Gelb, Grün, Hellblau, Dunkelblau, Violett. Der rothe Strahl wird am wenigsten abgelenkt und bildet nach dem Durchgange durch das Prisma mit dem einfallenden Strahle den kleinsten Winkel, indem dieser nach der Ordnung der Farben bis zu Violett immermehr wächst, so dass diese Farbe die brechbarste ist. Dass das weisse Licht durch die Brechung in verschiedene farbige Lichtgattungen zerlegt wird, nennt man die Farbenzerstreuung oder Dispersion des Lichtes. Die Farbenzerstreuung braucht bei Körpern mit gleichen Brechungsexponenten nicht gleich zu sein, worauf der sogenannte Achromatismus beruht.

Ein so feines Wesen das Licht, so dünn ein Lichtstrahl auch sein mag, die Physiker haben doch eine Zerlegung, eine Analyse desselben zu Stande gebracht. Die Farbentheorie des grossen Newton steht heute noch siegreich da, wenn auch andere seiner optischen Untersuchungen kein gleiches Glück genossen haben. Die oben angegebenen Farben nennt man einfache oder primitive, oder Grundfarben, weil es bis jetzt, ungeachtet der verschiedensten Abänderungen der Versuche, keinem Naturforscher gelungen ist, eine von ihnen in eine andere Farbe umzuwandeln, oder auch nur einfach zu modificiren. Bringt man eine Vereinigung dieser sieben Grundfarben in einem Punkte zu Stande, sei es mit Hülfe eines Hohlspiegels oder einer Convexlinse, so erhält man wieder weisses Licht, wie das unzerlegte war. Die Mischung der Farben zu Weiss ist auch durch schnelle Bewegung des zerlegenden Prisma gelungen, wobei man das Sonnenspectrum auf einem Schirme auffing.[20]) Wenn bei den ebenerwähnten Versuchen eine einzige Farbe fehlt, oder sich nicht alle in demselben Brennpunkte vereinigen, so verfolgt jede selbständig ihre Richtung und jede behält ihre besondere Färbung und ihre charakteristischen Eigenschaften. Newton machte eine grosse Menge, jedoch vergeblicher Versuche, um mit Hülfe von Farbestoffen Weiss zu erhalten; es gelang ihm nur Grau zu erzeugen. Dem farbigen Bilde, welches ein Lichtstrahl bei seinem Durchgange durch ein Prisma bildet, gab er den Namen Spectrum.

Dass schon in den ältesten Zeiten die Theorie der Farben, wenn auch nur theilweise bekannt gewesen ist, unterliegt keinem Zweifel. Die Brahminen lehrten, dass die Sonne sieben primitive Strahlenarten habe. — In einer indischen Fabel lesen wir, dass, als sich sieben

Jungfrauen vereinigt hatten, um die Ankunft des Krischna zu feiern, der Gott ihnen erschienen sei und sie aufgefordert habe zu tanzen; auf ihre Entschuldigung, es fehlten ihnen die Tänzer, habe sich der Gott getheilt, und eine jede habe ihren Krischna erhalten. — Nach Pindar war, als die Götter die Erde unter sich vertheilten, der Sonnengott vergessen und erhielt für sich die Insel Rhodos, welche eben aus den Wellen aufstieg. Von der Nymphe, welche der Insel ihren Namen gab, hatte er sieben Söhne von wunderbarer Begabung. — Die antiken Abbildungen stellen Apollo mit einem aus sieben Punkten bestehenden Diadem dar.*) — In seinem fünften Gespräche nennt endlich Julian den Sonnengott den Gott mit sieben Strahlen, welche merkwürdige Bezeichnung er von den Chaldäern entlehnt hatte.

Jede der verschiedenen Farben des Spectrums besitzt besondere Eigenschaften. Newton und Herschel machten die Entdeckung, dass das Maximum der Leuchtkraft den gelben und grünen Strahlen zukomme und dass sie nach Roth und Violett hin abnehme. Leslie, Landriale und Rochon fanden, indem sie sich eines geschwärzten Thermometers bedienten, dass Roth am meisten erwärme, und dass das Erwärmungsvermögen nach Violett hin, welches gar nicht mehr erwärme, sich immermehr verringere. Herschel wies sogar nach, dass das Maximum der Erwärmung ausserhalb des Spectrums jenseits des Roth liege, so dass hiernach dort unsichtbare Strahlen vorhanden sind, welche Erwärmungsvermögen besitzen. Im Jahre 1828 entdeckte ausserdem Seebeck, dass das Maximum der Wärme von der Natur des das Licht brechenden Prisma abhängt, und dass es im Gelb, Orange, Roth oder selbst noch jenseits des letzteren liegt, je nachdem man Prismen von Wasser, Schwefelsäure, gewöhnlichem Glase oder Flintglase anwendet.[21])

Endlich hat man gefunden, dass das Licht, wenigstens die sogenannten chemischen Strahlen, auf unorganische Stoffe kräftig einwirkt. Scheele entdeckte, dass der mit so schwachem Erwärmungsvermögen begabte violette Strahl sehr schnell Chlorsilber schwärzt. Wollaston und Ritter fanden 1802 unabhängig von einander, dass diese Einwirkungen ausserhalb des Spectrums jenseits des violetten Lichtes sich noch viel schneller zeigten. Als Bérard, um den Unterschied der Wirkung des rothen und violetten Lichtes festzustellen, die betreffenden Strahlen mittelst zweier Convexlinsen concentrirte, färbte sich Chlorsilber im Brennpunkte der violetten Strahlen in weniger als fünf Minuten, während selbst nach Verlauf von zwei Stunden im Brennpunkte der rothen Strahlen noch keine Spur von Färbung zu merken war.

---

*) *de Montfaucon, Antiquité expliquée.*

Ueber das Wesen des Lichtes hat man zwei Systeme aufgestellt. Nach dem einen, dem unter dem Namen Emanations- oder Emissionssystem bekannten Newton'schen, betrachtet man das Licht als aus Theilchen von ganz ausserordentlicher Feinheit bestehend, welche von der Substanz der Sonne und der Gestirne ausströmen, emaniren, ohne dass hierdurch diese Körper erschöpft oder merklich geschwächt würden. Dies System war länger denn ein Jahrhundert das fast allgemein geltende. In dem Lehrbuche der Physik (*Traité de physique*) von Biot ist dasselbe am ausführlichsten behandelt und mit grossem Scharfsinne und Kraftaufwande vertheidigt. Biot erklärt nach diesem Systeme die Erscheinungen der Reflexion und der Refraction, den geometrischen Schatten, den Halbschatten, ferner die Abnahme der Stärke der Beleuchtung oder der Intensität des Lichtes.

Das andere, unter dem Namen Undulations- oder Vibrationssystem bekannte System ist das Cartesius'sche, welches Grimaldi, der die optischen Erscheinungen bereits mit Hülfe von Wellen zu erläutern versuchte, schon 1518 geahnt hatte. Nach Descartes wird das Licht durch eine (vibratorische) wellenartige Bewegung der Elementartheilchen des leuchtenden Körpers erzeugt, und diese Elementartheilchen übertragen ihre Bewegung auf eine durch das ganze Universum verbreitete ungemein feine Flüssigkeit. Huyghens stellte die mathematischen Principien des Undulationssystems fest. Nimmt man an, dass das Licht seinen Ursprung den Aetherschwingungen zu verdanken hat, so bleibt aber noch der Nachweis der Kraft übrig, welche diess wieder hervorbringt und sie durch die Gefilde des Raumes bis in unberechenbare Fernen treibt.

Wiewohl dies letztere System anfänglich wenig Anhänger fand, vielleicht weil Newton's Name von zu grossem Gewichte war, hat es doch schliesslich das Emissionssystem vollständig verdrängt, namentlich in Folge der Arbeiten von Thomas Young, welcher das Interferenzprincip oder den gegenseitigen Einfluss zweier zusammentreffender Lichtstrahlen aufeinander entdeckte, und der schönen Versuche Fresnel's, welche fast alle Naturforscher unseres Zeitalters von der Wahrheit des Undulationssystems überzeugten; denn nach der Emmissionshypothese ist man nicht im Stande, irgend einen der näheren Umstände der Diffractionsphänomene zu erläutern.

Die Anhänger der Weltentheorie nehmen an, dass das Licht in seiner Existenz von den Körpern, von denen es auszugehen scheint, unabhängig sei. Das Licht ist nach ihnen bedingt durch Schwingungen einer sehr elastischen, ausserordentlich feinen, durch den ganzen Weltenraum gleichmässig vertheilten Flüssigkeit, die im Zustande der Ruhe auf das Auge durchaus unwirksam ist. Gewisse Körper besitzen das Vermögen diese Flüssigkeit in Bewegung

zu versetzen, und von den erregten Schwingungen hängen die Lichterscheinungen ab. Diese zu Grunde liegende Substanz ist ebenso wenig Licht, wie ruhige Luft Schall; leuchtende Körper befinden sich in demselben Zustande, wie eine schwingende Glocke.

Im Jahre 1829 veröffentlichte Cauchy mehrere Abhandlungen über das Licht, bei denen er von rein mechanischen Principien ausging und für das Undulationssystem eine mathematische Theorie aufstellte. Aus seinen Formeln konnte er nicht nur die von Fresnel angenommenen Transversal-Schwingungen des Aethers und die Polarisation in den Krystallen mit einer optischen Axe herleiten, sondern er gelangte sogar zu den für beliebige Krystalle geltenden allgemeinen Gesetzen der Polarisation, zu den allgemeinen Wellenerscheinungen, zu den Gesetzen der Farbenzerstreuung und der Diffraction, endlich zu den Eigenschaften der Strahlen, welche beim Eindringen in undurchsichtige Körper verschwinden, indem sie allmälig und in der Weise schwächer werden, dass die Intensität des Lichtes in einer geometrischen Progression abnimmt, während sie in arithmetischer Progression eindringen.[22])

ZWEITES CAPITEL.

Von den leuchtenden Meteoren.

Morgen- und Abendröthe, Dämmerung.

In unseren Breiten zeigt sich ein allmäliger Uebergang von Tag in Nacht und Nacht in Tag. Man bezeichnet dies als Zwielicht oder Dämmerung und die eigenthümliche Färbung, welche diesen Uebergang zu begleiten pflegt, des Morgens als Morgenroth, Morgenröthe und des Abends als Abendroth, Abendröthe. Die Beschreibung dieser Erscheinung ist mehr Sache der Dichter als der Naturforscher. Durch Gewohnheit achten wir weniger auf das Schöne dieser Erscheinung, dennoch werden wir öfter, wenn die Natur sich gewissermassen in ihren Effecten übertrifft, unwillkürlich hingerissen und müssen bewundernd gestehen, dass noch nie das Phänomen in seinem ganzen Glanze und in seiner hinreissenden Schönheit durch die Kunst hat wiedergegeben werden können.

Die Morgen- und Abendröthe zeigen sich nur bei heiterem Himmel; doch ist eine geringe Schicht von Feder- und Haufenwolken dem Zustandekommen der Erscheinung nicht hinderlich. Diese Wolken senden eine grosse Zahl rother Strahlen in's Auge, die bisweilen

von den schneebedeckten Gipfeln hoher Berge wieder reflectirt werden.[23]) Die Erscheinung hat ihren Grund in der Reflexion der Sonnenstrahlen in den höheren Schichten der Atmosphäre und in der Zerstreuung in dem Himmel. Der Theil des Horizontes in der Nachbarschaft der Sonne färbt sich mit grösserer oder geringerer Lebhaftigkeit und in grösserer oder geringerer Erstreckung gelb, orange und roth, je nach dem Dunstgehalte der Atmosphäre.[24]) Woher kommen aber die blauen Strahlen des Sonnenlichtes? Man nimmt an, dass ein Theil des Sonnenlichtes in der Luft absorbirt, ein anderer zerstreut wird.

So wie sich die ersten Spuren der Morgenröthe zeigen, befindet sich die Sonne noch 18 Grad unter dem Horizonte, indem dann von ihr in Folge der Refraction bereits Strahlen anlangen. Es tritt dies 1 Stunde 12 Minuten vor Sonnenaufgang ein. Mit der Abendröthe verhält es sich nun nicht in gleicher Weise, indem sie noch nicht völlig verschwunden ist, wenn die Sonne 18 Grad unter dem Horizonte steht, eine Erscheinung, welche man durch eine Erhebung der Atmosphäre zur Abendzeit zu erklären gesucht hat. Aus der Höhe des gefärbten Segmentes der Atmosphäre und dem Stande der Sonne unter dem Horizonte hat man die Grenze der Atmosphäre näherungsweise in ungefähr 9 bis 10 Meilen gefunden; aber Brandes hat nachgewiesen, dass man auf diesem Wege durchaus kein zuverlässiges Resultat gewinnt.

Die Dämmerung ist innerhalb der Tropen beinahe unbekannt, indem hier der Tag plötzlich anbricht, und auf diesen fast ohne allen Uebergang Dunkelheit folgt. Bruce hat dies in Sennaar beobachtet, wo gleichwohl die Luft so durchsichtig ist, dass man oft am hellen Tage den Planeten Venus erkennen kann. Zu Cumana währt nach v. Humboldt die Dämmerung kaum einige Minuten, ungeachtet unter den Tropen die Atmosphäre nicht nur nicht weniger hoch ist, als in anderen Gegenden der Erde, sondern der Theorie zufolge vielmehr sich zu einer höheren Grenze erhebt. Die Morgen- und Abenddämmerung sollte hiernach nie weniger als eine Stunde andauern. Diese Anomalie lässt sich noch nicht lösen.[25]) Mit dieser Erscheinung innerhalb der Tropen steht die Dauer der Dämmerung an Orten grösserer Breite im Gegensatz, indem dieselbe immer grösser wird, je mehr man sich den Polen nähert, sodass die Sonne bis zu 30 Grad unter dem Horizonte stehen kann, ehe der letzte Schimmer des Tages verschwindet. Soll man diese Erscheinung dem so schrägen Einfallen der Sonnenstrahlen in den Polargegenden zuschreiben? Mit mehr Wahrscheinlichkeit nimmt man an, dass diese Erscheinungen vorzugsweise den Schnee- und Eistheilchen ihren Ursprung verdanken, auf welche die Sonnenstrahlen in den oberen Schichten der Atmosphäre treffen, indem die daselbst schon reflectirten Strahlen

durch die vorhandenen Eisprismen gebrochen und in Menge über einen weiten Horizont zerstreut werden.

Funkeln der Sterne.

Unter dem Funkeln (Blinken, Scintilliren) versteht man gewöhnlich eine in plötzlicher Abnahme bis zum Verlöschen und Wiederauflodern bestehende Veränderung der Lichtstärke sehr hellleuchtender Sterne; für den Astronomen besteht die Erscheinung aber nicht blos in den sehr häufig wiederkehrenden Aenderungen des Glanzes der Gestirne, sondern ausserdem in begleitenden Farbenveränderungen und in Verschiedenheiten im scheinbaren Durchmesser der Sterne (oder in den Längen der divergirenden Strahlen, die nach allerlei Richtungen von ihrem Mittelpunkte auszugehen scheinen. Uebers.). Der plötzliche Farbenwechsel ist bisweilen auch mit unbewaffnetem Auge wahrnehmbar. Tycho vergleicht das 1572 neu auftretende Gestirn in seiner Schilderung mit einem facettirten Diamanten, welcher in den verschiedensten Farben glänzt. Nach Kepler erscheinen namentlich Arctur und Sirius in den verschiedenen Abstufungen der Regenbogenfarben.

Nicht alle Sterne zeigen die Erscheinung des Funkelns; aber die Astronomen sind noch nicht einmal über die Sterne einig, welchen das Phänomen nicht abgesprochen werden kann. Die Ursache dieser Verschiedenheiten ist noch unbekannt. Copernikus und Tycho hielten das Funkeln durch die grosse Entfernung gewisser Sterne bedingt; Kepler war gegen diese Annahme. Die nächsten Planeten, Mercur und Venus, zeigen ein entschiedenes Funkeln, Mars bisweilen, nach Kämtz sogar Jupiter, wenn er dicht am Horizonte steht, während an dem entfernteren Planeten Saturn es nie beobachtet worden ist. Nach Arago ist das Phänomen bei den Planeten nie von einer Farbenänderung begleitet, sondern besteht hier nur in einem einfachen Intensitätswechsel.

Das Funkeln eines Sternes ist nicht aller Orten in gleicher Weise zu sehen, sondern ändert sich je nach den Umständen, die allerdings noch wenig ermittelt sind. Soviel lässt sich jedoch behaupten, dass es auf einen eigenthümlichen Zustand der Atmosphäre ankommt. Musschenbroek giebt an, dass das Funkeln in Holland zur Zeit grosser Trockenheit und strengen Frostes sehr lebhaft sei; nach Kämtz ist es im Allgemeinen sehr merklich, sobald heftige Winde in der Atmosphäre toben, und wenn der Himmel abwechselnd heiter und bedeckt ist. Andere Naturforscher machen das Funkeln von dem Feuchtigkeitszustande der Luft abhängig. De la Condamine hatte die Beobachtung gemacht, dass es in den regenlosen Gegenden Peru's nicht so oft, als in unseren Klimaten sich zeigt. Nach Garcin ist das Phänomen in der trockenen Jahreszeit im per-

sischen Meerbusen fast Null, während in dem feuchten Klima Bengalens die Sterne lebhaft funkeln. Nach Biot wird durch das Funkeln der Sterne schon mehrere Tage zuvor Regen angedeutet, wobei er noch die Bemerkung macht, dass das Zittern der Sterne eben so auffallend sei, dass es von den Matrosen als Wetterzeichen betrachtet würde. Ebenso hat v. Humboldt beobachtet, dass das Funkeln der Sterne in Südamerika der Regenzeit vorangehe; aber andererseits erzählt er auch, dass an den Ufern des Orenoko im April bei sehr feuchter Atmosphäre selbst bei Sternen in einer Höhe von nur 4 oder 5 Grad über dem Horizonte das Licht unbeweglich gewesen sei. In Venezuela sah er ungeachtet einer sehr grossen Trockenheit Sterne selbst in der grossen Höhe von 80 Graden funkeln. Nach seiner Ansicht stände das Phänomen weniger unter dem Einflusse des Feuchtigkeitszustandes der Luft, sondern wäre vielmehr Folge einer bedeutenden Abkühlung; überhaupt findet er den Grund in der Mischung auf- und absteigender Luftströme (*courants ascendants et descendants*) von verschiedener Temperatur.

Wiewohl nach Hooke das Funkeln öfter und stärker im Zenith sein soll, als in der Nähe des Horizontes, so beweist die tägliche Erfahrung doch das Gegentheil. So schrieb Beauchamp an Lalande, dass zu Bagdad die Sterne, sobald sie eine Höhe von 45 Grad über dem Horizonte erreicht hätten, nicht mehr funkelten, und nach v. Humboldt wird das Phänomen in Cumana schon bei einer Höhe von 25 Grad unmerklich.

Usher hat die zwar noch näher zu begründende, aber wohl zu beachtende Bemerkung gemacht, dass die Sterne besonders beim Erscheinen von Nordlichtern in den Fernröhren schwankten; Necker de Saussure behauptet sogar, dass in Schottland das Funkeln der Sterne gar nicht anders sich zeige, ausser wenn ein sichtbares Nordlicht vorhanden sei.

Arago, dem das Material dieses Capitels grösstentheils entlehnt ist,*) hat die Ansichten der bedeutendsten Forscher über die Ursachen des Funkelns der Sterne zusammengestellt. Hiernach schreibt Aristoteles die Erscheinung einer Schwäche unseres Sehorgans zu, durch welche die Sterne scheinbar in Bewegung kommen; Averrhoes einer anhaltenden Unruhe der Mittel, durch welche die Lichtstrahlen gehen, und in deren Folge die Bilder auf verschiedene Stellen des Auges fallen; Tycho einer den Sternen inwohnenden Rotationsbewegung, welche eine Zerstreuung der Strahlen herbeiführen soll.

Riccioli und Long machen das Funkeln abhängig von in der Atmosphäre fliegenden Staubtheilchen, welche plötzlich zwischen

*) *Ann. du bureau les longitudes*, 1852. p. 363.

die Sterne und das Auge treten; Lalande von einer Unruhe in der Luft und von undurchsichtigen materiellen Molecülen, welche vor die Sterne treten; Huyghens von der Beweglichkeit der Dünste, die sich in der Nähe der Erde befinden. De Saussure ist der Ansicht, dass das Funkeln abwechselnden Verdünnungen und Verdichtungen gewisser Stellen der Atmosphäre zuzuschreiben sei. Nach Biot endlich liegt hier eine Art Ortsveränderung der Sterne vor, welche durch häufige Ungleichheiten in der Brechung der die Atmosphäre durchdringenden Lichtstrahlen veranlasst wird. Nach dieser Hypothese wären die Ungleichheiten in der Brechung der mehr oder minder unregelmässigen Condensation der in der Luft enthaltenen Wasserdünste und den localen und unstäten Veränderungen in der Dichtigkeit oder in der Temperatur, welche hierdurch bedingt werden, zuzuschreiben.

Arago zeigt, indem er diese verschiedenen Ansichten, sowie noch eine grosse Zahl anderer, die wir mit Stillschweigen übergehen, aufführt, wie wenig begründet sie sind. Es sei nur erwähnt, dass bei keiner auf die Farbenveränderungen gerücksichtigt worden ist, worin doch ein wesentliches Kennzeichen des Phänomens besteht. Da nach ihm alle Sterne, sobald sie das Funkeln zeigen, farbig werden, so unterliegt es keinem Zweifel, dass einige ihrer Strahlen dann auf das Auge keinen Eindruck machen, entweder weil sie in dem Augenblicke, wo sie in das Organ eintreten, aufgehalten werden, oder weil ihre Wirkung, ehe sie zur Netzhaut gelangen, aufgehoben ist. Arago untersucht nun, welche Farbe das weisse Licht erhält, wenn man einige der Strahlen, welche dasselbe zusammensetzen, ausscheidet, und nach dieser Voruntersuchung stellt er eine Scintillationstheorie auf, welche sich auf das Interferenzprincip stützt. Young versteht unter Interferenz, dass sich zwei zusammentreffende Strahlen entweder verstärken oder schwächen, und aus Fresnel's schönen Versuchen über die Fransen, welche durch das Zusammentreffen reflectirter Strahlen entstehen, folgt, dass unter gewissen Bedingungen Licht zu Licht hinzugefügt Dunkelheit erzeugt. Zwei homogene Strahlen, welche von demselben Punkte ausgehen, verstärken sich, sobald der Unterschied der von ihnen durchlaufenen Wege Null ist; sie heben sich auf und erzeugen Dunkelheit, wenn sie bei ihrem Zusammentreffen Wege durchlaufen haben, die sich um $^1/_2$, oder $^3/_2$, oder $^5/_2$ . . ., überhaupt um eine ungerade Anzahl halber Wellenlängen unterscheiden. In Betreff des Letzteren genügt es hier, dass der Gangunterschied für rothe Strahlen 142 Millionstel einer preussischen Linie betragen muss, für violette, deren 97 u. s. f. Nun ist die Geschwindigkeit des Lichtes je nach den Mitteln verschieden, oder vielmehr die verschiedenen Strahlen brauchen, da sie verschiedene Brechbarkeit besitzen, beim Durchgange

durch Luftschichten von verschiedener Dichtigkeit nicht dieselbe Zeit; es ist also eine ausserordentlich kleine Verschiedenheit erforderlich, um entweder die völlige Zerstörung des Lichtes, oder wenigstens die Zerstörung eines einzelnen Strahles herbeizuführen. Die Reihe der Dichtigkeiten, welche der Zerstörung oder der allmäligen Verstärkung der Lichtstrahlen entsprechen, ist je nach den Farben verschieden, so dass eine Dichtigkeit, bei welcher die rothen Strahlen aufgehoben sind, die blauen nicht zu beeinträchtigen braucht, und so verhältnissmässig bei den anderen Farben.

Aus dem Interferenzprincipe folgt, dass die verschiedenen Strahlen, da sie durch die aufeinanderfolgenden Luftschichten, welche sie durchdringen, auf ungleiche Weise gebrochen werden, entweder völlig oder theilweise zerstört werden können, und dass durch die Zerstörung gewisser Strahlen complementäre Farbenabstufungen erzeugt werden. „Es genügt, wenn die atmosphärischen Schichten, nach Verhältniss ihrer ungleichen Brechbarkeit und in verhältnissmässigen Unterbrechungen, auch nur auf den zwanzigsten Theil der Strahlen, welche auf die Oberfläche einer Linse treffen, in der bezeichneten Weise einwirken, um in dem Brennpunkte nach und nach Verschiedenheiten in den prismatischen Farbenabstufungen hervorzubringen. Bedenkt man nun die grosse Strecke, welche das Licht von der oberen Grenze der Atmosphäre bis zur Linse hat durchlaufen müssen; den verhältnissmässig so kleinen Unterschied in der Brechung, welcher genügt, um zwei Lichtstrahlen aus dem Stadium der gegenseitigen Verstärkung in das ihrer gegenseitigen Vernichtung übergehen zu lassen; die Wirkung der Winde, welche — so schwach sie auch sein mögen — doch fortwährend neue Luftschichten vor der Linse vorbeiführen: so wird man sich nicht mehr wundern, dass man bei Beobachtung des Sirius, der in unseren Breiten ziemlich niedrig steht, innerhalb einer Secunde bis zu 30 Farbenveränderungen gezählt hat. Es ist vielmehr zu erklären, warum in gewissen Klimaten der Brennpunkt der Linse an Intensität und Färbung unveränderlich bleibt, wenn es sich wirklich so verhält.“*)

Luftspiegelung.

Man kann sich wohl mit Recht wundern, dass die Alten die Luftspiegelung nicht gekannt und beschrieben haben. Herodot erwähnt in seiner Schilderung Aegyptens, dessen Wunder er so rühmt, dass er es über alle anderen Länder stellt, dies seltsame Phänomen nicht. Aristoteles, Plinius und Diodor aus Sicilien sprechen ebenfalls nicht davon. Sollte vielleicht Quintus Curtius in folgender Stelle, in welcher von den Steppen Sogdiana's die

*) Arago a. a. O.

Rede ist, die Luftspiegelung gemeint haben? „In einem Raume von 400 Stadien ist auch nicht eine Spur von Gewässer. Die Sonnengluth setzt die dürren Flächen in Brand, und sobald diese einmal Feuer gefangen haben, breitet sich dies bald weit aus zu einer unbegrenzten Feuersbrunst, welche alles verzehrt. Durch die übermässige Erhitzung der Erde erhebt sich dann ein Nebel, welcher das Licht dämpft und den Feldern das Aussehen eines weiten und tiefen Meeres giebt.“*)

Ist diese letzte Schilderung, nachdem der Geschichtsschreiber vorher von dem aufsteigenden und das Licht dämpfenden Nebel spricht, ausreichend die Luftspiegelung zu bezeichnen? Wir glauben dies um so weniger, da die Steppen Sogdiana's (der Theil Turkestans zwischen den Flüssen Sihon und Gihon) durchaus nicht als der gewöhnliche Schauplatz der Luftspiegelung angesehen werden. Jedenfalls ist aber dies merkwürdige Phänomen im Koran gemeint, wo es mit dem Namen Sehrab bezeichnet wird: „die Werke der Ungläubigen, sagt der Prophet, sind dem Sehrab in einer Ebene gleich; der Durstende hält es für Wasser, bis er hinkommt und findet, dass es nichts ist.“ Bis zu der Expedition nach Aegypten (1798) war gleichwohl die Luftspiegelung eine durchweg so unbekannte Sache, dass die französische Sprache nicht einmal ein Wort dafür hatte.[27]) Monge, das berühmte Mitglied des Aegyptischen Instituts, erwähnt die Erscheinung zuerst. „Der Boden von Unter-Aegypten bildet eine grosse vollkommen horizontale Ebene, deren Einförmigkeit nur durch wenig erhöhte Hügel unterbrochen wird, auf welchen Dörfer liegen, die auf diese Weise gegen die Ueberschwemmungen des Nils geschützt sind. Am Morgen und Abend erscheinen die Gegenstände in ihrer natürlichen Lage und Entfernung; wenn aber die Oberfläche des Bodens durch die Sonne stark erhitzt worden ist, so scheint in der Ferne das Land von einer grossen Wassermasse bedeckt zu sein. Die Dörfer erscheinen als Inseln in einem grossen See und unter jedem Dorfe wird sein umgekehrtes Bild sichtbar, ein Bild, welches um so täuschender ist, da der feste Boden verschwimmt und selbst das Himmelsgewölbe sich in einer Wassermasse spiegelt. Man kann sich denken, wie schrecklich derartige Täuschungen für die französische Armee sein mussten: von Strapazen ermüdet, in der sengenden Hitze vom Durst gequält, rechnete man auf Erquickung und Labung beim Anblicke dieser grossen, klaren Wassermasse, in welcher sich Dörfer und Palmen

*) *Per CCCC stadia ne modicus quidem humor existit. Arenas vapor aestivi solis accendit, quae ubi flagrare coeperunt, haud secus quam continenti incendio cuncta torrentur. Caligo deinde, immodico terrae fervore excitata, lucem tegit: camporumque non alia quam vasti et profundi aequoris species est.* (*Quint. Curt. lib. VII.*)

spiegelten; aber je näher man kommt, desto mehr entfernen sich auch die Grenzen dieser scheinbaren Ueberschwemmung; der um das Dorf liegende See zieht sich zusammen, endlich verschwindet er ganz, und die Täuschung wiederholt sich bei einem entfernter liegenden Dorfe. Allgemein war man bei dieser Erscheinung von Erstaunen ergriffen, nicht nur die Soldaten, sondern ebenso die Gelehrten, welche die Armee begleiteten; Monge entdeckte indessen sofort die Ursache und fand die Erklärung, nach welcher die Luftspiegelung eine Wirkung der Refraction ist, oder eine Erscheinung, bei welcher Bilder von Gegenständen erzeugt werden, ohne dass ein sichtbarer Spiegel vorhanden ist. Sobald nämlich ein Lichtstrahl aus einem dichteren Mittel in ein anderes weniger dichtes übergeht, entfernt sich derselbe von dem Einfallslothe;[19]) wenn derselbe nun nach und nach in immer wärmere Luftschichten eindringt, je mehr er sich dem Boden nähert, so tritt ein Moment ein, bei welchem der Strahl zu schräg einfällt, als dass er noch gebrochen werden könnte, so dass nun der Strahl reflectirt wird, und der Beobachter zwei Bilder erblickt, nämlich eines aufrecht und wirklich oder reell, erzeugt durch die direct kommenden Strahlen, das andere umgekehrt und scheinbar oder unreell, gebildet von den Strahlen, welche auf die eben angegebene Weise reflectirt wurden.*)

Dies wunderbare Phänomen war kaum in seinen Einzelheiten durch Monge zur allgemeinen Kenntniss gekommen, so vervielfältigten sich auch die Beobachtungen ins Unendliche. So erzählt Capitain Mundy in dem Berichte einer Reise in Indien: „Wir befanden uns in einem sehr tiefen Thale, in welchem ich am Morgen ein oder zwei elende Ortschaften gesehen hatte, als wir sie aber am Abende aufsuchen wollten, erblickte ich nichts als einen prächtigen See. Der Dunst, welcher das Wasser so täuschend nachbildete, erhob sich fast bis zur Mitte der das Thal begrenzenden Höhen und die ringsherum stehenden Bäume und Felsen spiegelten sich ganz scharf in dieser glänzenden Fläche. Meine Beobachtung dieser Erscheinung währte indessen nicht lange, denn plötzlich erhob sich ein Unwetter und breitete einen Wolkenschleier über diese prachtvolle Scene.“ Wenn eine Luftspiegelung im engeren Sinne stattfinden soll, wenn wir also unter dem wahren Gegenstande sein verkehrtes Bild sehen wollen, so ist jedesmal erforderlich, dass die Temperatur in der Nähe des Bodens bedeutend wärmer sei, als in einiger Höhe. Diese schnelle Aenderung in der Temperatur, sagt Kämtz,[28]) beweist aber stets einen unregelmässigen Zustand der Atmosphäre, und die Windstille, welche in unseren Klimaten erforderlich ist, damit das Phänomen recht auffallend hervortrete, wird in Folge des auf-

*) *Mémoires de l'Institut d'Egypte.* (l'an VIII. T. I. p. 64.)

steigenden Luftstromes nicht selten von heftigen Stürmen verdrängt. Nach mehreren Beobachtern ist auch das Phänomen ein Vorbote des Sturmes.

Die Luftspiegelung tritt nicht immer in der Regelmässigkeit auf, mit welcher wir sie bis jetzt gekennzeichnet haben: bald zeigt sich das zweite Bild unter dem wahren; bald sieht man beide Bilder neben oder vor einander, in einigen Fällen in einander fliessend, in anderen weit von einander abstehend; bald sind die Bilder nicht umgekehrt und erscheinen wie in der Luft schwebend. Um diese bizarren und seltsamen Refractionsspiele, welche sich alle durch auf- und absteigende Luftströme, ebenso wie durch Ungleichheiten in der Dichte und der Temperatur der Luftschichten erklären lassen, anschaulicher zu machen, wollen wir einige Beispiele horizontaler und seitlicher Luftspiegelung anführen. Als eine Ausnahme, deren es viele zu geben scheint, führen wir indessen vorher noch als Beispiel an, dass Woltmann einen Fall der Luftspiegelung bei Elba beobachtet hat, ungeachtet die Temperatur an der Oberfläche des Wassers die Lufttemperatur kaum 1 Grad (0,8) überstieg.

Doctor Vince[29]) erzählt mehrere sehr interessante Beobachtungen. Von Ramsgate aus sieht man bei gutem Wetter die Spitzen der vier höchsten Thürme des Schlosses von Dover, während der Rest des Gebäudes von einem Hügel verdeckt wird, welcher sich ungefähr 12 (engl.) Meilen von Ramsgate befindet. Am 6. August 1806, Abends gegen 7 Uhr, erblickte Vince, als er die Küste von Dover in Augenschein nahm, nicht nur wie gewöhnlich die vier Schlossthürme, sondern das ganze Schloss in allen seinen Theilen bis zum Boden hin; auch sah es aus, als ob es auf der nach Ramsgate zu liegenden Seite des Hügels sich befände. Ebenso erblickte derselbe eines Tages, als er sein Fernrohr nach dem Meere hin gerichtet hatte, am Horizonte ein Schiff, über demselben aber ein ganz regelmässiges, jedoch verkehrtes Bild, dessen Hauptmast mit dem des wahren Schiffes zusammenfiel. Ein anderes Mal, ebenfalls im August, sah er im Felde des Fernrohres zwei Bilder eines Schiffes, von welchem selbst nur erst die Masten über den Horizont emporkamen; das umgekehrte Bild war das untere. Vince war überdies Zeuge mehrerer, nicht minder interessanter Fälle von Luftspiegelung: bald stellte sich das umgekehrte Bild plötzlich ein, einige Theile desselben zeigten sich und ebenso plötzlich verschwand es wieder; bald verschwand das Bild allmälig, je mehr das Schiff selbst über den Horizont emporstieg; auch waren beide Bilder sichtbar, wiewohl das ganze Schiff sich noch unter dem Horizonte befand.

Am 26. Juli 1798, einem sehr warmen und windstillen Tage, sahen Latham und mehrere Seeleute von Hastings ganz deutlich

die französische Küste von Calais und Boulogne bis Saint-Valery und noch darüber hinaus: die Fischer erkannten die Stellen an der Küste der Picardie, welche sie gewöhnlich besuchten, und Alles erschien ihnen in geringer Entfernung im Meere.[29])

Soret und Jurine beobachteten im September 1818 auf dem Genfer-See eine merkwürdige seitliche Luftspiegelung. Eine mit Fässern beladene Barke steuerte mit vollen Segeln auf Genf. Während nun die Beobachter, welche in einer Entfernung von etwa einer Meile standen, mit einem Fernrohre die Fahrt dieser Barke verfolgten, sahen sie ein sehr deutliches seitwärts liegendes Bild derselben, welches wie die Barke selbst vorwärts ging, aber während die eine nach rechts zu gehen schien, entfernte sich die andere nach links. Es war damals 10 Uhr des Morgens, und als die Sonne die Segel beleuchtete, konnte man das Bild sogar mit unbewaffnetem Auge wahrnehmen.

In den Polargegenden zeigen sich die Refractionsspiele unter den seltsamsten und ausserordentlichsten Formen. Admiral Wrangel sagt: „Die ungemeine Dichte der Luft im Winter und die in der Atmosphäre während des Sommers enthaltenen Dünste haben im Eismeere auf die Strahlenbrechung sehr grossen Einfluss. In solchem Falle zeigen die Eisberge oft die bizarrsten Formen; bisweilen scheinen sie sogar von der Eisfläche, welche ihre Basis ausmacht, abgelöst und gewissermassen in der Luft zu schweben." Wie oft glaubten da Wrangel und seine Gefährten bläuliche Berge zu erblicken, so deutlich waren die Umrisse und so täuschend die zwischenliegenden Thäler und die vorspringenden Felsen! Aber in demselben Augenblicke, wo sie sich glücklich priesen das so sehnsüchtig erhoffte Land gefunden zu haben, breitete sich die bläuliche Masse in Folge eines Windes nach allen Seiten aus und umschloss den ganzen Horizont. Dann war es, als befänden sie sich in einem auf allen Seiten von felsigen Höhen eingeschlossenen grossen See. Am 17. Juli hatten sie 70° 56′ 48″ Breite erreicht: die Wärme stieg bis auf 20·5 Grad; die Sonne hatte seit 72 Stunden den Horizont nicht verlassen: da zeigte sich eine merkwürdige optische Erscheinung. Die Sonne veränderte fortwährend ihre Stelle und gleichzeitig nahmen ihre Conturen eine andere Gestalt an; ihre Scheibe zog sich zusammen oder wurde elliptisch; dann verschwand sie unter dem Horizonte, um sich bald darauf wieder in ihrem vollen Glanze zu zeigen.

Scoresby, welcher in den Gewässern Grönlands vielfach Gelegenheit zu hierher gehörigen Beobachtungen hatte, erzählt auch, dass das Eis am Horizonte die eigenthümlichsten Gestalten annimmt und oft in der Luft zu schweben scheint. Seine Beispiele von Strahlenbrechung tragen zwar nicht immer die charakteristischen

Kennzeichen der Luftspiegelung an sich; doch finden sich darunter mehrere sehr bemerkenswerthe Fälle. Bisweilen zeigten sich die Schiffe unter den bizarrsten Formen: die Segel schienen ausserordentlich grosse Dimensionen zu haben, ein anderes Mal waren sie ausnehmend klein. Eines Tages sah er sogar drei deutliche Bilder eines entfernten Schiffes, und zwar alle umgekehrt. Ein anderes Mal nahm er von einem Wallfischjäger zwei Bilder wahr: das höchste aufrecht, das andere umgekehrt. „Die interessanteste Erscheinung, sagt Scoresby, war das deutliche verkehrte Bild eines Schiffes am klaren Himmel, während das Schiff selbst jenseits unseres Horizontes war. Solche Erscheinungen waren uns zwar auch sonst schon vorgekommen, aber das Eigenthümliche bei der jetzigen war die Klarheit des Bildes, ungeachtet der grossen Entfernung des Schiffes, zu welchem es gehörte. Es war so ausnehmend scharf begrenzt, dass, als ich es mit einem Dollond'schen Fernrohre betrachtete, ich jedes Segel, die ganze Gestalt des Schiffes und seine eigenthümliche Bauart unterscheiden konnte, so dass ich es sogleich als das Schiff meines Vaters erkannte. Es fand sich hinterher durch Vergleichung unserer Schiffsrechnung, dass wir damals nahe 30 Meilen von einander entfernt waren, wobei jenes Schiff etwa 17 Meilen jenseits unseres eigentlichen Horizontes und noch mehrere Meilen jenseits der Grenze des unmittelbaren Sehens war.“

In den Savannen oder Prairien Amerikas scheint sich die Luftspiegelung von der, welche in Afrika und Asien die gewöhnliche ist, dadurch zu unterscheiden, dass sie in der Regel ohne Umkehrung auftritt. Die sandigen und trockenen Ebenen erscheinen hier wie grosse Seen. An den Ufern des Orenoko fanden von Humboldt und Bonpland*) zu Mittag die Temperatur des der Sonne ausgesetzten Sandes 53 Grad, während in einer Höhe von 6 Metern über dem Boden die Luftwärme nur 40° C. betrug. Die Hügel von San Juan und Ortez, eine le Galera genannte Bergkette, in einer Entfernung von etwa 2 Meilen, schienen in der Luft zu schweben; einzeln stehenden Palmen fehlte in den Llanos scheinbar der Stamm; mitten in den Savannen von Caracas glaubten sie in einer Entfernung von ungefähr einer Viertelmeile eine Heerde Kühe in der Luft zu sehen. Sie bemerkten durchaus keine Doppelbilder. Ebenso beobachtete von Humboldt eine Heerde wilder Rinder, von denen ein Theil die Beine über der Erde zu haben schien, während der andere auf dem Boden lag. Es war zwischen ihnen ein Abstand von 3 bis 4 Minuten je nach der Entfernung der Thiere.

Die Luftspiegelung ist in unseren Gegenden zwar seltener als im Oriente, aber doch nicht unbekannt. Kämtz hat sie in der Nähe

---

* *Voyage aux regions équinoxiales VI.*

von Halle, bei Magdeburg und an der Küste der Ostsee beobachtet; Biot und Mathieu in der Sandebene bei Dünkirchen; Silbermann und Moigno zu Paris auf der Place de la Concorde und auf dem Trottoir der Orangerie des Louvre. Es sei hierbei noch bemerkt, dass man das Phänomen viel leichter wahrnimmt, wenn man den Kopf der Oberfläche der Erde nähert. [30])

Pouillet betrachtet auch die unter dem Namen Fata Morgana bekannte zauberartige Erscheinung als eine Wirkung der Luftspiegelung.[31]) „Die Fata Morgana werden zu Neapel, zu Reggio und an den Küsten von Sicilien beobachtet. Auf einmal sieht man in grosser Entfernung in den Lüften Ruinen, Säulen, Schlösser, Paläste, kurz eine Menge von Gegenständen, deren Anblick sich fortwährend ändert. Das Volk strömt dann dem Ufer zu, um dies sonderbare Schauspiel anzusehen. Diese feenhafte Erscheinung beruht darin, dass Gegenstände sichtbar werden, die man bei dem gewöhnlichen Zustande der Atmosphäre nicht sehen kann, und welche zerrissen, verzerrt und in fortwährender Bewegung zu sein scheinen, weil die ungleich dichten Luftschichten in steter Bewegung sind.“ [32])

Endlich hat man zur Luftspiegelung noch einige, von Kämtz „Gegensonne“ genannte, Phänomene gerechnet, welche in den Zeiten der Unwissenheit und des Aberglaubens für übernatürliche gehalten wurden. Es mögen hier drei Beispiele eine Stelle finden, wo man das Bild oder den Schatten des Beobachters auf eine mehr oder weniger entfernte Wolke projicirt sah. Die Wolke vertritt alsdann die Stelle eines Spiegels, und die Sache hat somit nichts Wunderbares, da bekanntlich unter gewissen Verhältnissen durch einen solchen die groteskesten und alles Maass überschreitenden Bilder erzeugt werden können.

Als Dr. Buchan von der Höhe einer Klippe im Osten von Brighton aus den Sonnenaufgang beobachtete, nahm er in dem Augenblicke, wo die Sonnenscheibe aus den Meereswellen auftauchte, von der Klippe, von sich selbst und seinem Begleiter auf der Wasserfläche Bilder wahr und zwar gegenüber der Stelle, auf der sie sich befanden. Die Erscheinung währte etwa 10 Minuten. Als die Sonne sich mit ihrem ganzen Durchmesser über die Meeresfläche erhoben hatte, schien das Bild in die Atmosphäre empor zu steigen und verschwand allmälig.

Als im November 1744 Bouguer und de la Condamine den Gipfel des Pambamarca in Peru bestiegen hatten, geriethen sie in eine Wolke, welche, während sie sich entfernte, ihnen den Anblick der Sonne in ihrem vollen Glanze gestattete. Die Wolke hatte sich noch nicht 30 Schritte entfernt, als jeder von ihnen in der Richtung der abziehenden Wolke seinen eigenen Schatten auf derselben

erblickte, ohne den des Andern wahrzunehmen. Bei der geringen Entfernung unterschieden sie deutlich in dem Schatten die Arme, die Beine und den Kopf, aber der Kopf war zu ihrer grossen Ueberraschung mit einem Heiligenscheine umgeben, welcher aus drei bis vier kleinen concentrischen Kronen gebildet wurde, die in sehr lebhaften Farben strahlten, und die Abstufungen des Regenbogens, das Rothe nach auswärts liegend, zeigten. Die Abstände der einzelnen Kronen von einander waren gleich, aber die Dimensionen änderten sich fortwährend; überdies sahen sie in einem bestimmten Abstande einen grossen weissen Kreis, welcher das Ganze umgab. Es war für jeden Einzelnen eine Art Apothese, und jeder konnte sich im Stillen an seinem eigenen Kronschmucke weiden, ohne den seines Nachbarn wahrzunehmen.

Das Brockengespenst ist im Wesentlichen dasselbe Phänomen, aber zeigt sich unter Verhältnissen, welche nicht weniger geeignet sind auf abergläubische Gemüther einen wunderartigen Eindruck zu machen. Der Brocken ist der höchste Punkt des Harzgebirges und von seinem Gipfel kann man bis 35 Meilen weit in die Ebene hinausschauen. Haue hatte den Berg wohl dreissigmal bestiegen, ohne so glücklich zu sein, das Brockengespenst zu sehen; endlich am 23. Mai 1797 wurde seine Neugierde befriedigt. Die Sonne ging bei heiterem Wetter auf, der Wind trieb in der Richtung nach der Achtermannshöhe zu durchscheinende Dünste westwärts vor sich her; auf einmal erblickte er gegen $4^1/_4$ Uhr in dieser Richtung eine menschliche Figur von ungeheueren Dimensionen. Da ein Windstoss ihm den Hut zu entführen suchte, so griff er schnell mit der Hand nach demselben und die colossale Figur machte dieselbe Bewegung; Haue bückte sich, das Gespenst that dasselbe. Die Gestalt verschwand darauf, kehrte aber bald wieder und fuhr fort alle Bewegungen Haue's nachzuahmen. Als sich ihm noch eine Person zugesellte, erschienen zwei colossale Figuren in derselben Richtung, welche alle Bewegungen, welche nun Beide machten, wiederholten. Hierauf verschwanden die Figuren, erschienen aber bald darauf wieder und zwar zu Dreien, immer die Bewegungen Haue's und seines Begleiters nachäffend. Bisweilen waren die Figuren schwach und in undeutlichen Umrissen, dann zeigten sie sich aber wieder stärker und schärfer. Der Schatten der Beobachter, der auf die Wolke fiel, war die einzige Ursache des Phänomens. Das dritte Bild betrachtete Haue als das einer dritten Person, die vielleicht hinter irgend einem Felsvorsprunge stand, oder möglicher Weise war es auch das Doppelbild des einen von ihnen.[33])

Regenbogen.

Das Erscheinen eines Regenbogens mit seinen so lebhaften und so frischen Farben erregt immer, gewissermassen in privilegirter Weise, poetische Ideen und erfüllt mit Bewunderung und Begeisterung. Die phantastischen Griechen sahen in dem reizenden Phänomen den Wagen der Götterbotschafterin, während religiöse Gemüther gemäss der Darstellung der heiligen Schrift in diesem prächtigen Meteore das Zeichen des ewigen Bundes zwischen Himmel und Erde begrüssen.[34])

Schon den Philosophen des Alterthums war es klar, dass der Regenbogen durch eine Wirkung der Lichtstrahlen auf die Regentropfen hervorgebracht wird.[35]) Nach Posidonius entsteht er in einer concaven Wolke durch Spiegelung. Aristoteles sagt: Jede glatte Oberfläche wirft die auffallenden Lichtstrahlen zurück; was ist denn aber glatter als Luft und Wasser? Seneca fügt hinzu: „Es muss jedem einleuchten, dass der Regenbogen ein Bild der Sonne sei und in einer wässerigten und hohlen Wolke erzeugt werde; denn den Beweiss dafür haben wir darin, dass derselbe der Sonne stets gegenüber steht.“ Er sah jeden Regentropfen als einen vollständigen Spiegel an. „Wenn in den unzähligen Tropfen, welche in ihrem Falle gewissermassen eine zusammenhängende Masse bilden, ein und dieselbe Farbe reflectirt wird, so können sie nicht einen Haufen einzelner, von einander abgesonderter Bilder geben, sondern sie müssen ein einziges langes und zusammenhängendes Bild erzeugen.“ Ohne weiter uns bei den natürlich in manchen Punkten irrigen Ansichten aufzuhalten, wollen wir nur noch erwähnen, dass man in den frühesten Zeiten aus den Himmelsgegenden, an denen der Regenbogen sichtbar war, Schlüsse auf das bevorstehende Wetter zog: „Steht er südlich (?), so bringt er viel Regen, den selbst die stärkste Sonnenhitze nicht zerstreuen kann, so heftig dringt er an. Schimmert er westlich, so wird es thauen und nur wenig regnen. Entsteht er im Osten oder in der Gegend, so verspricht er heiteres Wetter.“*) [36])

Der Regenbogen ist ein Kreisbogen, welcher die prismatischen Farben zeigt und durch die Wirkung der Lichtstrahlen auf die Regentropfen gebildet wird. Man sieht ihn oft in dem künstlichen Regen der Springbrunnen; auch bildet er sich bisweilen auf den Wiesen, wenn das Gras feucht ist. Der eigentliche Regenbogen wird durch die Sonnenstrahlen erzeugt; die Mondregenbogen sind matt und gelblich, und an ihnen findet man nicht alle prismatischen Farbenabstufungen. In der Nacht vom 18. zum 19. Februar 1849 bemerkte Faye in dem Hofe des Observatoriums, dass das Licht einer

*) *Seneca, natur. quaest. lib. I.* (cp. 3 et 6.)

Gasflamme, welche 12 bis 15 Fuss hinter ihm stand, ihm gegenüber durch die halbgeöffnete Thür einen weissen Regenbogen erzeugte, welcher einem Mondhofe ähnlich war, und dessen untere Hälfte auf dem Erdboden und den benachbarten Gesträuchen ruhte.

Um einen Regenbogen zu sehen, muss der Beobachter zwischen der Sonne und der Regenwand stehen, mit dem Rücken der Sonne zugewendet. Die Grösse des Bogens hängt von der Sonnenhöhe ab und ist um so bedeutender, je näher die Sonne am Horizonte steht. Von der Höhe eines Mastes herab würde man unter günstigen Umständen auf dem Meere einen vollständigen Kreis sehen können. Oft nimmt man zwei concentrische Bogen war, von denen der innere Bogen lebhaftere Farben hat, als der äussere. In jenem liegt Violett auf der inneren, Roth auf der äusseren Seite, während bei diesem die umgekehrte Ordnung statt hat: Roth innen und Violett aussen. Der Mittelpunkt des Bogens liegt genauen Messungen zufolge auf der Linie, welche von der Sonne durch den Kopf des Beobachters gelegt werden kann.

Descartes hat zuerst die Erklärung des Regenbogens gegeben, indem er den Gang eines Lichtstrahls durch einen Wassertropfen zuerst durch Rechnung bestimmte und die Lage der wirksamen Strahlen, wie Newton dieselben später bezeichnete, erforschte, nur kannte er die verschiedene Brechbarkeit der prismatischen Strahlen nicht. Das Resultat seiner Rechnung fand er durch das Experiment bestätigt, indem er Lichtstrahlen in ein dunkles Zimmer eintreten und auf eine mit Wasser gefüllte Glaskugel fallen liess.[37])

Wenn das Licht auf einen Wassertropfen fällt, so wird es zugleich zerlegt, gebrochen und zurückgeworfen. Jedes Tröpfchen ist eine vollständige Kugel und kommt bei dem ganzen Phänomen in Betracht. Sobald ein Lichtbündel ein solches trifft, erleidet dies an dem Einfallspunkte eine Reflexion und eine Refraction; der gebrochene Strahl theilt sich wiederum in einen zurückgeworfenen und in einen gebrochenen Strahl, und so entsteht erst nach 3 bis 4 Reflexionen und Refractionen durch austretende Strahlen das Farbenbild. So nahe aber auch die Strahlen an einander sein mögen, so bleiben sie doch nicht parallel, da sie auf der Flüssigkeitskugel verschiedene Einfallspunkte haben, so dass ein Theil wegen der entstehenden Divergenz völlig zerstreut wird und keinen Eindruck auf das Auge macht. Die Strahlen jedoch, welche dem Maximum und Minimum der Ablenkung am nächsten liegen, bleiben bei ihrem Austritte aus der Kugel ziemlich parallel und werden im Auge des Beobachters deutlich empfunden. Dies sind die von Newton sogenannten wirksamen Strahlen.

Die verschiedenen Strahlen, welche eine Wasserkugel durch-

dringen, nehmen einen verschiedenen Weg und jedem von ihnen kommt ein besonderer wirksamer Strahl zu. Ist das Brechungsverhältniss für rothe Strahlen 1,33095, so beträgt das Maximum der Ablenkung 42° 22′ 38″ bei einem Einfallswinkel von 59° 31′ 47″ nach einmaliger innerer Spiegelung, und das Minimum der Ablenkung 50° 21′ 8″ nach zweimaliger innerer Spiegelung bei einem Einfallswinkel von 71° 54′ 31″. Da nun von jedem Punkte der Sonne in dem Auge des Beobachters ein rother Strahl erzeugt wird, so entsteht durch die vereinte Wirkung aller Punkte der Sonnenscheibe ein rother Streifen, welcher dem Auge unter einem Winkel von ungefähr 30′, als dem scheinbaren Durchmesser der Sonne, erscheint. Ist das Brechungsverhältniss für violette Strahlen 1,34417, so findet man das Maximum der Ablenkung nach einmaliger innerer Spiegelung 40° 28′ 48″ bei einem Einfallswinkel von 58° 45′ 46″, und nach zweimaliger innerer Spiegelung das Minimum 53° 45′ 34″ bei einem Einfallswinkel von 71° 29′ 2″. Es gilt für violette Strahlen dasselbe, was von den rothen bemerkt ist; sie werden also einen violetten Streifen von gleicher Breite erzeugen, und natürlich gilt ein Gleiches für die übrigen Farben, welche zwischen diesen beiden Grenzen, zwischen Roth und Violett, liegen.

Da die Regentröpfchen bei ihrem raschen Falle ohne Unterbrechung auf einander zu folgen scheinen, so kann man dieselben wie feststehend betrachten; sie senden also nach einmaliger innerer Spiegelung zuerst violette wirksame Strahlen in das Auge und so nach und nach immer höher die übrigen des Spectrums bis zu Roth hin; nach zwei Spiegelungen kommen aber zu unterst die rothen Strahlen und zu oberst die violetten. Der Regenbogen entsteht mithin, da jeder Punkt der Sonnenscheibe, wie bereits bemerkt ist, die sieben prismatischen Farben liefert, durch die An- und Uebereinanderlagerung aller dieser einzelnen Bogen. Sämmtliche Farben haben als gemeinschaftliche Axe die gerade Linie, welche von dem Mittelpunkte der Sonne durch das Auge des Beobachters geht, und jede Farbe bildet gleichsam einen Kegel, dessen Spitze im Auge liegt. Der innere violette Kegel ist zur Axe unter 40° 28′ 48″ geneigt, der äussere rothe unter 42° 22′ 28″; folglich beträgt die Breite des ganzen Regenbogens 1° 53′ 50″ oder etwas über $1\frac{3}{4}$ Grad. Die Lebhaftigkeit der farbigen Bänder ist um so grösser, je grösser der Durchmesser der Regentropfen ist. Mit Glascylindern von 8 bis 9 Linien Durchmesser, die durch natürliches oder künstliches Licht erleuchtet wurden, ist es übrigens gelungen, farbige Franzen zu erzeugen, welche den Regenbogen der verschiedenen Ordnungen entsprechen.

Ueberzählige oder secundäre Bogen, von denen man bisweilen Beispiele hat, können sich bis zu 4 oder 5 zeigen, und liegen sie dann an der inneren oder äusseren Grenze des Regenbogens erster Ord-

nung. Nach Arago und Babinet verdanken sie ihren Ursprung der Interferenz der Strahlen, welche auf beiden Seiten des Minimums gleiche Ablenkung erlitten haben.

Kränze.

Die verschieden gefärbten Lichtringe, welche man bisweilen um Sterne, öfter aber während der Nacht um den Mond sieht, nennen die Deutschen Kränze. Bei den Griechen hiess ein solcher Kranz ἅλως, bei den Römern corona; die Franzosen und Engländer haben die letztere Bezeichnung angenommen, nämlich couronne und crown, während sie unter halo die eigentlichen Höfe verstehen. Im Alterthume erklärte man die Erscheinung dadurch, dass man sagte, das Licht zwinge die verdichtete Luft, auf welche es treffe, sich kreisförmig auszubreiten ähnlich den zahlreichen concentrischen Ringen, welche auf einer Wasserfläche entstehen, wenn man einen Stein hineinwirft. Wenn gleich die Kränze die Sterne zu berühren und zu umgeben scheinen, so ist dies doch kein Grund zu der Annahme, dass dieselben in der unmittelbaren Nachbarschaft der Sonne und des Mondes entständen. Seneca sagt, in den Bädern erzeuge oft eine dicke und trübe Luft und die Lampen ein analoges Phänomen, namentlich, wenn der Südwind die Atmosphäre schwerer mache und mit Dünsten erfülle.[38])

In der neueren Zeit werden, wie es schon im Alterthum der Fall war, die Kränze bisweilen mit Höfen verwechselt; doch sollte man unter den ersteren nur die 3 oder 4 concentrischen Kreise verstehen, bei welchen Violett auf der inneren und Roth auf der äusseren Seite auftritt, und in deren Mittelpunkte die Sonne oder der Mond steht. Babinet und Delezène haben nachgewiesen, dass die Hälfte des Winkels, unter welchem der zweite Kranz erscheint, zwischen 1 und 2 Grad beträgt, und dass diese bei den übrigen Kränzen nach der natürlichen Zahlenreihe 2, 3, 4 u. s. w. zunimmt.[39])

Die Kränze zeigen sich am häufigsten um den Mond; doch kann man sie auch um die Sonne wahrnehmen, wenn man diese mit Hülfe eines auf einer Seite geschwärzten Glasspiegels beobachtet. Dünne Wolken zeigen meistens einige Spuren des Phänomens. Kämtz hat in den Nebeln, welche sich während der Nacht in den Thälern bilden und gegen Mittag zu den Gipfeln der Berge emporsteigen, Kränze von auffallend lebhaften Farben beobachtet.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die Kränze nur von Dampfbläschen mit gleich grossem Durchmesser erzeugt werden; denn sind dieselben nicht durchweg von gleicher Grösse, so erhält man nach den Beugungsgesetzen nur einen leuchtenden Schein. Die Kränze der Himmelskörper haben die grösste Analogie mit denjenigen, welche sich zeigen, wenn man durch ein mit Lycopodium (Bärlapp-

saamen) bestäubtes oder durch Rauch geschwärztes Glas nach einer Lichtflamme sieht.

Höfe.

Die Höfe (halo) sind, wie die Kränze, welche man bisweilen um die Sonne und um den Mond sieht, farbige Ringe, aber von denselben dadurch unterschieden, dass bei ihnen Roth auf der inneren Seite liegt. Nach einer Bemerkung von Kämtz[40]) gehören Lichtkränze dem Cumulus (Haufenwolke) und Höfe dem Cirrhus (Federwolke) an. Diese Meteore sind bisweilen mit dem Regenbogen verwechselt worden; doch unterscheiden sie sich von diesem wesentlich.

Die Halbmesser der kleinsten Höfe betragen 22 bis 23 Grad; die der grössesten und zugleich seltensten gegen 46 Grad. Die Beobachtungen der Meteorologen lassen hier noch viel zu wünschen übrig, und selbst Kämtz findet bei diesen optischen Phänomenen noch so viel Unklares, dass es nach demselben sogar schwer ist, von ihnen eine Beschreibung zu liefern. Die Höfe sind oft noch von sehr verwickelten Nebenkreisen und selbst von Nebensonnen und Nebenmonden begleitet. Brandes[41]) unterscheidet drei verschiedene Arten von Kreisen: 1) Kreise, welche die Sonne zu ihrem Centrum haben; 2) Kreise, welche durch die Sonne gehen; 3) unvollkommene Kreise, welche die Kreise der ersten Abtheilung von aussen berühren. Einer der merkwürdigsten und vollständigsten Höfe ist derjenige, von welchem Lowitz[42]) eine ausführliche Beschreibung geliefert hat. Es zeigte sich dieser zu Petersburg am 29. Juni 1790. Bei einer mit Dünsten gleich einem Nebel erfüllten Atmosphäre zeigte sich die Erscheinung von $7^1/_2$ Uhr bis Mittags $12^1/_2$ Uhr. Am auffallendsten war ein weisser, farbloser, horizontaler Kreis, welcher durch die Sonne ging, den ganzen Himmel umgab und fünf Nebensonnen trug. Schult, Hansteen, Sogelke sahen später in Norwegen ähnliche Phänomene, ebenso Bravais und Martins zu Piteå in Schweden. Wiewohl diese Meteore in den nördlicheren Gegenden häufiger sind, sieht man sie doch auch bisweilen in den gemässigten Gegenden. Hoff und Kries haben einen sehr vollständigen Hof beschrieben, welcher am 12. Mai 1824 zu Gotha sichtbar war. In der Nacht vom 3. zum 4. Mai 1849 sah Bravais gegen 1 Uhr Morgens um den Mond einen nicht sehr scharfen Hof, auf welchem zwei Nebenmonde standen. Der auf der rechten Seite zeigte nach dem Monde zu eine deutliche röthliche Färbung und hatte auf der entgegengesetzten Seite eine horizontale weisse Verlängerung von einigen Graden Länge. Ein glänzender Bogen, 46 Grad über dem Monde, umgab das Zenith bis zu ungefähr 100 Grad Spannung, dessen Farben — Roth auf der dem Monde zugekehrten convexen Seite —

deutlich hervortraten. Zu Mittag zeigte sich ein schöner Hof um die Sonne, dessen Farbenglanz in dem Theile, welcher in der Nähe des Zeniths lag, besonders hervortrat. Um 4 Uhr 40 Minuten sah Bravais einige Minuten lang denselben Bogen, welcher in der vorhergehenden Nacht das Zenith umgeben hatte, wieder erscheinen. Der Himmel war während dieses ganzen Zeitraums mit leichten, dunstartigen Wolken bedeckt.

In einer Abhandlung über die optischen Phänomene, zu denen die in der Luft schwebenden Eistheilchen Veranlassung geben, welche Bravais am 31. Mai 1847 der Academie der Wissenschaften zu Paris vorlegte, sind 150 Beobachtungen, von denen 24 dem 17. Jahrhunderte angehören, aufgeführt.[43]) In dieser Arbeit beschränkt er sich nicht auf die so zahlreichen einfachen Höfe mit Nebensonnen und Nebenmonden in 22° Abstand von dem Gestirne; er behandelt die verschiedenen, von den Beobachtern angegebenen Formen und führt sie auf folgende Typen zurück: „Ring (halo) von 22°; Nebensonnen (parhélies) von 22°; Lowitz's schiefe Bögen, von den Nebensonnen zum Ringe gehend; gewöhnliche Berührungsbögen der Ringe von 22°, sowohl oben als unten; elliptischer Ring, umschrieben um den Ring von 22°; Ring von 46°; horizontale Berührungsbögen des Ringes von 46°; seitliche Berührungsbögen des Ringes von 46°; Nebensonnenkreis (cercle parhélique); Nebensonnen in etwa 45° Abstand von der Sonne; ungewöhnliche Berührungsbögen des Ringes von 22°; ungewöhnliche Ringe mit Radien von 5?, 14?, 19?, 28?, 35? und 90? Grad; ungewöhnliche, ihnen entsprechende circumzenithale Bögen; weisse Nebensonnen und Nebengegensonnen (paranthélies) in 120° Abstand vom Gestirn; Nebensonnen in etwa 100° Abstand; schiefer Kreis von Hall gesehen; senkrechte Säulen beim Aufgange oder Untergange erscheinend; Kreuz an Sonne und Mond; Trugsonnen (faux-soleils) gesehen von Rothmann und Cassini in Berührung mit der wahren Sonne; endlich Gegensonne (anthélie) und die im Andreaskreuze durch sie hindurch gehenden Bögen."

Mariotte leitet die Höfe ab von einer Menge kleiner Eisprismen, welche in der Atmosphäre schweben und mit ihren Flächen unter 60° geneigt sind. Die Lichtstrahlen, welche durch diese Prismen hindurchgehen, erleiden — analog den wirksamen Strahlen beim Regenbogen — eine Ablenkung, die unter den obwaltenden Umständen ein Minimum ist. Diese, seitdem durch alle Beobachtungen bestätigte Hypothese erklärt auf völlig befriedigende Weise die Bildung der Ringe von 22° und die Ordnung ihrer Farben. Brewster hat, indem er die Sonne durch eine Glasplatte betrachtete, auf welcher er eine dünne Schicht Alaunlösung hatte krystallisiren lassen, farbige Kreise, wie die der Höfe, hervorge-

bracht. Arago endlich machte die Mariotte'sche Hypothese dadurch besonders wahrscheinlich, dass er das Licht als polarisirtes nachwies, wie es bei Licht der Fall ist, welches eine Brechung erlitten hat.[44])

Die Erklärung des ungewöhnlichen Ringes von 46° bietet grössere Schwierigkeiten dar. Im Allgemeinen nimmt man an, dass derselbe den Spitzen der Eistheilchen seinen Ursprung verdankt, deren gegenüberliegende Flächen einen Neigungswinkel von etwa 90° einschliessen. Die Reif- und Eiskrystalle machen diese Hypothese ziemlich wahrscheinlich, da das Minimum der Ablenkung, welche der hier bei der Brechung in Betracht kommende Winkel bedingt, in der That ungefähr 46° beträgt.[45])

Bravais hat in der angeführten Abhandlung sich bemüht, von allen optischen Meteoren eine auf mathematische Gesetze begründete Erklärung zu geben. Die durch Gmelin, Scoresby, Parry, Brandes u. a. festgestellten Thatsachen machen es unzweifelhaft, dass diesen Erscheinungen in der Luft schwebende Eiskrystalle zu Grunde liegen. Besonders beweisend ist ein von Langberg auf der schneebedeckten Eisfläche eines Landsees beobachteter Hof, der sich hier in ähnlicher Weise, wie bisweilen ein Regenbogen kurz nach Sonnenaufgang in den Thautropfen, bildete.

Indem Bravais unter den bisweilen sehr abweichenden Ansichten anderer Forscher eine besonnene Auswahl traf, ist es ihm gelungen, eine erschöpfende Theorie der optischen Meteore und die allgemeinen Gesetze der Beleuchtung der Atmosphäre aufzustellen. Die Grundlage bilden geometrisch ähnliche kleine Körper, die auf gleiche Weise erleuchtet werden, und zwar gelang es ihm, die Lichtphänomene unter der Annahme eines Systems von Prismen mit verticaler Zuspitzung zu analysiren und die übrigen verwickelteren Fälle daraus ohne allzu grosse Schwierigkeit abzuleiten.

Nebensonnen.

Die Höfe sind bisweilen von einem weissen, horizontalen, durch die Sonne gehenden Kreise begleitet, welcher gefärbte Bilder dieses Gestirnes trägt. Nach Babinet entsteht dieser Nebensonnenkreis durch Reflexion des Lichtes an den verticalen Flächen der allenthalben schwebenden Eisnadeln; ebenso hat derselbe, indem er Mariotte's Hypothese erweiterte, durch verlängerte oder abgeplattete Eisprismen, von denen bald die Kanten, bald die Flächen vertical liegen, nicht nur den Nebensonnenkreis, sondern auch den hellen Streifen, welcher die Höfe schneidet und mit diesem Kreise ein durch die Sonne gehendes Kreuz bildet, erklärt. Den grössten Theil dieser Erscheinungen stellte Babinet dar durch Experimente mit Krystallen, z. B. Topas, Gyps,

Turmalin u. s. w., die er parallel mit ihren Fasern geschnitten hatte.[46])

Die Nebensonnen sind Sonnenbilder an den Stellen, an welchen der helle, horizontale Kreis die eigentlichen Höfe schneidet und entstehen also durch die vereinte Wirkung beider. Sie erscheinen zwar so gross wie die Sonne, aber das Bild ist nicht so genau abgerundet. Die Nebensonnen stehen auf der Peripherie des horizontalen Kreises in der Regel zu den Seiten der Sonne; bisweilen jedoch auch, zwar auf demselben Kreise, aber dem Gestirne diametral gegenüber, in welchem Falle man das Bild wohl auch Gegensonne (anthélie) oder Trugsonne (faux-soleil) nennt. Zeigt der Mond diese Erscheinung, so nennt man die Bilder Nebenmonde und Gegenmonde.

Den Alten waren diese glänzenden Meteore nicht unbekannt. Plinius*) sagt: „Bisweilen sieht man mehrere Sonnen gleichzeitig und zwar nicht über oder unter derselben, sondern zur Seite .... Unsere Vorfahren haben öfter drei Sonnen zugleich gesehen, z. B. unter den Consulaten des Sp. Posthumius und Q. Mucius, des Q. Marcius und M. Portius, des M. Antonius und P. Dolabella, des M. Lepidus und L. Plancus; ebenso hat man diesen Anblick zu unserer Zeit unter der Regierung des Claudius gehabt.“ Aber die Alten beschränkten sich, wenn sie auch diesen Meteoren den Namen Sonnen gaben, doch nur darauf, dass die Erscheinung dem Aussehen und der Gestalt nach der Sonne glich, und dass diese Sonnen matt und kraftlos wären und kein Erwärmungsvermögen besässen.**)

Patrin beobachtete auf seiner sibirischen Reise mehrere Nebensonnen. Die eine von ihnen stellte die Sonne in Begleitung von zwei Bildern dar; la Hire und Cassini sahen Nebensonnen zu Paris, Gray und Halley in England, Schecner zu Rom, Hevel beobachtete am 20. Januar 1661 zu Danzig die Sonne mit sechs Bildern, ein Anblick, der ihn in das grösste Erstaunen setzte und mit Bewunderung erfüllte.

In der Gegend von Genf sah man am 15. September 1851 eine prächtige Nebensonne mit vier Sonnenbildern auf einmal, und wie man versichert, wurde dies Meteor sogar photographirt. Die Landleute wurden von Schrecken ergriffen und glaubten die Sonne vervielfältige sich, um die Erde in Flammen zu setzen.

---

*) *Plinii nat. hist.* lib. II. cp. 31.
**) *Seneca quaest. nat.* I. cp. 11.

DRITTES CAPITEL.

Wirkung des Lichtes auf unorganische Substanzen.

Photographie.

Es ist immer interessant zu versuchen, ob man nicht die ersten Spuren einflussreicher Entdeckungen in den früheren Zeiten auffinden könne, und den gewöhnlich schwierigen und ungebahnten Pfad aufzuspüren, auf welchem die Entdecker zum Ziele gelangten. Auch in Betreff der Photographie möchten wir wohl den Versuch machen; aber hier stösst man kaum auf einige Spuren, wenn man das, was frühere Schriftsteller über die Wirkung des Lichtes auf unorganische Stoffe berichten, näher untersucht.

Petit zeigte im Jahre 1772, dass Salpeter- und Salmiak-Auflösungen, wenn sie im Sonnenscheine verdunsteten, schöner anschossen, als wenn Schatten war. Favre und Silbermann schrieben indessen dem Lichte hierbei nur eine zersetzende Wirkung zu. Es ist zwar wahr, dass Chlor und Wasserstoffgas, zu gleichen Theilen gemengt, fast augenblicklich detoniren, wenn Sonnenstrahlen darauf fallen; aber es ist fraglich, ob hierbei nicht vielmehr die Wärme eine Rolle spielt. Der directen Einwirkung des Lichtes ausgesetzter Phosphor überzieht sich mit einer rothen Färbung. Ferner haben wir gesehen, dass das violette Licht des Spectrums und die noch jenseits desselben liegenden dunklen Strahlen die Eigenschaft besitzen, chemische Wirkungen hervorzubringen und namentlich Chlorsilber schnell zu schwärzen. Einige Naturforscher waren der Ansicht, dass die sogenannten chemischen Strahlen die Zersetzung mehrerer Körper beförderten, während die rothen eher oxydirend wirkten; aber diese vereinzelten Thatsachen sind ohne Anwendung geblieben, hätten jedenfalls nicht auf die Entdeckung hinleiten können, um welche es sich hier handelt.

Nach Arago ist in einem Werke von Fabricius aus dem Jahre 1566 zuerst von der Wirkung des Lichtes auf mineralische Substanzen die Rede. Zu diesen gehörte namentlich das von den Alchemisten aus Silber gewonnene Hornsilber; doch wurde dasselbe erst Gegenstand ernster Untersuchungen, als die Chemie nach richtigen Principien betrieben wurde.*) Schon längst hatte man einige Präparate entdeckt, welche unter dem Einflusse des Lichtes ihre

*) Vergl. die Sitzung der Academie der Wissenschaften zu Paris vom 7. Januar 1839 und besonders die Mittheilung Arago's in der Sitzung vom 19. August 1839, der ein Theil des Folgenden entlehnt ist.

Farbe änderten. Am bekanntesten ist das Chlorsilber. Bestreicht man Papierblätter mit dieser Substanz und setzt diese in einem dunklen Zimmer der Wirkung des Lichtes aus, so färben sich die vom Lichte getroffenen Stellen schwarz, während das Uebrige weiss bleibt. Man erhält jedoch auf diese Weise keine Bilder von den ausserhalb des Zimmers befindlichen Gegenständen, sondern es entsteht nur eine Art Silhouette, und überdies sind diese Silhouetten von keinem Bestande, da sie, dem Tageslichte ausgesetzt, sofort eine Veränderung erleiden. In seinen physikalischen Vorträgen stellte Charles zuerst mit Hülfe des Lichtes Silhouetten auf Papier dar, welches er mit einer Substanz bestrichen hatte, deren Zusammensetzung er geheim hielt; doch konnte er auch nur die äusseren Umrisse der Gegenstände wiedergeben. Der bekannte englische Fabrikant Wedgwood glaubte, man könne mit Hülfe von Schatten und Licht das Relief der Körper in einer Zeichnung darstellen; aber als sein Versuch nicht glückte, beschränkte er sich auf das Copiren von Kupferstichen. Humphry Davy, der seine Versuche wieder aufnahm, kam so weit, sehr kleine Gegenstände unter dem Sonnenmikroskope darzustellen; aber war die Operation einmal beendet, so fehlte ihm ein Mittel, das so präparirte Papier gegen Schwarzwerden bei Licht zu schützen. Die so erhaltenen Bilder konnten also gewissermassen nur verstohlen und allenfalls beim Scheine einer Kerze betrachtet werden.

So weit waren vor der Entdeckung der Photographie die Versuche der Naturforscher, die durch die Feinheit der Zeichnung und Sauberkeit der Umrisse so ausgezeichneten Bilder der Camera obscura zu fixiren, gediehen, als Niepce, der mit Daguerre die Ehre der Erfindung, welcher der letztere seinen Namen gegeben hat, theilt, seine bis auf 1814 zurückgehenden Versuche begann. Es würde eine interessante Untersuchung sein, sagt Arago, zu ermitteln, was alles vorangegangen ist, welches die leitende Idee gewesen sein mag, und durch welche Versuche, die gewiss die Geduld der beiden Erfinder oft auf eine harte Probe stellten, endlich die Entdeckung der Photographie gelang. Im Jahre 1827 war Niepce so weit gekommen, mit Hülfe der Camera obscura Bilder zu erhalten, welche vor allen früheren die beiden grossen Vorzüge besassen: erstens Objecte so, wie sie in der Natur vorkommen, darzustellen, d. h. dass das Helle hell, das Schattige schattig, das Halbdunkle halbdunkel erschien; zweitens ohne verändert zu werden nach ihrer Herstellung auch das stärkste Licht zu ertragen. Die polirten Metallplatten, auf denen das Bild sich gewissermassen gravirte, waren mit einer dünnen Schicht Judenpech überzogen. Niepce dachte noch an verschiedene Verbesserungen, als sich Daguerre, welcher sich ebenfalls mit derartigen Untersuchungen beschäftigte, mit ihm verband. Letzterer ent-

deckte im Mai 1831 die Einwirkung des Lichtes auf Jod, welches mit Silber in Berührung war, und im Jahre 1835 die Anwendung des Quecksilbers.

Den zur Gewinnung photographischer Bilder nothwendigen Gang können wir hier nicht ausführlich und im Einzelnen beschreiben. Bekanntlich werden die Bilder auf mit Silber platirten Kupferplatten von der feinsten Politur fixirt; die Platte wird der Einwirkung von Joddämpfen ausgesetzt, wodurch sich auf ihr eine schwache Schicht Silberjodür bildet, und so vorbereitet kommt dieselbe in die Camera obscura, wo sie einige Minuten der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt wird. Nach Fizeau's Vorschlage wird die Platte noch weit empfindlicher gegen das Licht, wenn man sie 30 bis 60 Secunden lang dem Dampfe einer schwachen Auflösung von Brom in Wasser aussetzt, so dass selbst ein Bruchtheil einer Secunde zur Fixirung des Bildes ausreicht. Durch Einwirkung von Quecksilberdämpfen wird das bis dahin noch unsichtbare Bild sichtbar gemacht, und schliesslich durch Eintauchen der Platte in eine Auflösung von unterschwefligsaurem Natron die Operation beschlossen.

Seit der Veröffentlichung der Entdeckung Niepce's und Daguerre's hat die Kunst zu photographiren manche Verbesserungen erfahren, und noch fortwährend nimmt sie das regste Interesse in Anspruch. Fox Talbot erhielt photographische Bilder auf Papier und selbst auf Stahl; der Neffe des Erfinders, Niepce de Saint-Victor, ersetzte das Papier durch eine auf einer Glasscheibe ausgebreitete Eiweissschicht und es gelang ihm in einer Secunde das Bild einer nur durch zerstreutes Licht beleuchteten Landschaft und in einem Augenblicke das der Sonne zu erhalten. Edmund Becquerel verdankt die Wissenschaft mehrere wichtige Beobachtungen. So gelang es ihm, das prismatische Spectrum und dessen prächtige Farbenabstufungen, ebenso die Farben einer Landschaft zu fixiren; leider waren die Bilder aber nicht von Bestand. Die Wirkung der chemischen Strahlen, die er in erregende und in fortsetzende unterscheidet, hat wohl Niemand mit solchem Eifer studirt, wie er. So machte Becquerel folgende merkwürdige Erfahrung: Wenn man eine Platte, welche nicht lange genug im Brennpunkte der Camera obscura gestanden hat, um das Bild durch Quecksilberdämpfe hervorzurufen, Sonnenstrahlen aussetzt, welche durch ein rothes Glas gegangen sind, so wird sie für die Einwirkung des Quecksilbers empfänglich und das Bild tritt hervor; sogar ohne Quecksilber erscheint es, wenn man die Platte längere Zeit den rothen Strahlen des Sonnenspectrums aussetzt.

Man hat sich schnell an die Wunder der Photographie gewöhnt;

der erste Moment des Enthusiasmus ist vorüber, und man hat sogar gefürchtet, dass diese wunderbare Entdeckung der Kunst schaden könne: die Erfahrung hat jedoch im Gegentheile bewiesen, dass dieselbe nur förderlich gewirkt hat, indem fast jeder Tag neue unerwartete Resultate bringt. Mit Hülfe des negativen Abdrucks auf Glas hat Bacot die gegen das Ufer brandenden Wogen des Meeres recht befriedigend dargestellt. Ein geschickter Künstler, Eug. Piot, giebt auf dem Wege des Buchhandels photographische Versuche heraus, welche sich auf die Denkmäler Italiens beziehen, und diese Blätter, die er auf eine noch unbekannte Weise vervielfältigt, gleichen prächtigen Kupferstichen auf chinesischem Papiere.[47]) Im Jahre 1841 legte Arago der Academie der Wissenschaften zu Paris drei schöne photographische Versuche vor, welche die Nebelflecken in dem Orion und der Andromeda vorstellten, und ihm von P. de Vico aus Rom zugeschickt waren. Das Licht dieser Sterne musste mehrere Jahrhunderte vor Entdeckung der Photographie schon auf dem Wege durch den Himmelsraum gewesen sein. Die Professoren des Observatoriums zu Cambridge haben auch die Sterne zu daguerreotypiren versucht, und Humphrey hat fünf Abbildungen von der Mondoberfläche erhalten. Der erste Versuch währte zwei Minuten, und während dieser Zeit hatte sich der Horizont der Erde in Bezug auf unseren Trabanten so verändert, dass das Bild des letzteren eine ovale Gestalt erhalten hatte. Bei den folgenden Versuchen, bei denen die Platte nur drei Secunden in der Camera obscura dem Mondlichte ausgesetzt gewesen war, war das Mondbild völlig rund. Der Stern Alpha der Leier ist ebenso daguerreotypirt worden. Aber nicht nur die Künste allein sind durch diese Anwendungen gefördert worden; man bedient sich der Daguerreotypie auch in der Meteorologie zur Registrirung der feinsten stündlichen Veränderungen des Thermometers, des Barometers und der Magnetnadel.

Unter den Beobachtungen, zu denen diese schöne Entdeckung geführt hat, verdient eine besonders die Aufmerksamkeit der Naturforscher. Daguerre hat nämlich gefunden, dass das Bild sich bei gleicher Sonnenhöhe Vormittags schneller bildet als Nachmittags, also z. B. um 11 Uhr schneller als um 1 Uhr, um 10 Uhr schneller als um 2 Uhr, so dass mithin in der Atmosphäre etwas vorgeht, was auf die Wirkung der chemischen Lichtstrahlen Einfluss ausübt.

Moser hat eine Reihe Versuche angestellt, welche vielleicht auf die Ursache mancher bisher unerklärt gebliebener Erscheinungen führen. Wenn eine jodirte Platte*) eine verhältnissmässige Zeit in

*) *E. Peclet, Traité élément. de physique*, t. II. p. 450.

der Camera obscura aufgestellt bleibt, erhält man ohne weiteres sichtbare Bilder, ohne die Platte erst Quecksilberdämpfen auszusetzen. Längst bekannt ist, dass, wenn man mit gewissen Stoffen auf eine gut polirte Glasscheibe schreibt und dann die Fläche reinigt, die ausgelöschte Schrift wieder erscheint, sobald man dieselbe behaucht. Moser hat nun nachgewiesen, dass diese Erscheinung auf allen polirten Körpern eintritt; ebenso, dass auf einer polirten und jodirten Silberplatte, auf welche man eine Medaille gelegt hatte, selbst im Dunkeln ein merkbarer Abdruck entsteht; ferner, dass das Bild so deutlich wird, dass man Schrift und Bilder leicht erkennen kann, wenn man Quecksilberdämpfe auf diese Platte wirken lässt.[48]) Die folgenden Thatsachen scheinen auf denselben Principien zu beruhen. Breguet ist der Fall vorgekommen, dass sich auf der Innenseite der zweiten Uhrkapsel sehr deutlich der auf der ersten gravirte Name umgekehrt abgebildet hatte. Der berühmte Bildhauer Rauch sah das Bild eines Kupferstiches auf der Glasscheibe, unter welcher derselbe, ohne mit ihr in Berührung zu stehen, gelegen hatte. Moser, welcher diese Versuche wiederholte, erhielt nach fünf Tagen im Dunkeln Bilder auf Platten von Kupfer, Messing, Zink und Gold, ja schon nach zwei Tagen war etwas zu sehen. Welches ist nun die Ursache dieser eigenthümlichen Erscheinungen? Man könnte hier wohl gar an die Bildertheorie des Epicur denken, der bekanntlich annahm, dass von allen Körpern Bilder oder Figuren ausgingen, welche in der Luft das Eigenthümliche der Körper, zu denen sie gehörten, behielten und treu wiedergäben, und durch welche das Sichtbarwerden der Gegenstände, die Träume und selbst die Erzeugung von Ideen bedingt wären.[49]) So verfehlt dies System war, fand es im Alterthum doch fast allgemeinen Anklang. Moser schreibt die Erzeugung der Bilder der Wirkung des dunklen Lichtes zu; Poggendorff hingegen der Wärme. Wäre es nicht statthaft, zumal die zur Erzeugung der Bilder nöthigen Bedingungen bis jetzt noch keineswegs völlig feststehen, hierbei an eine elektrische Wirkung zu denken? Es scheint dies um so wahrscheinlicher, da zum grossen Theile dieselben Verhältnisse und Eigenthümlichkeiten in folgenden Versuchen wiedergefunden werden, bei denen die Elektricität entschieden die Hauptrolle spielt. Als Karsten ein Geldstück auf eine Glasscheibe legte, unter welcher sich eine Metallplatte befand, und aus der Elektrisirmaschine auf dasselbe Funken überschlagen liess, erzeugte sich auf der oberen Glasfläche ein Bild der Seite, welche auf derselben lag. Wurde das Geldstück auf mehrere Glasscheiben gelegt, von denen die letzte mit einer Metallplatte in Berührung war, so entstanden auf der oberen Glasfläche aller Scheiben Bilder. Diese Versuche erinnern an eine nicht minder interessante Beobachtung Masson's. Als dieser nämlich ein Geldstück auf einen Harzkuchen

legte und elektrische Funken darauf schlagen liess, blieb ein treuer Abdruck der Seite des Geldstücks zurück, welche mit dem Harzkuchen in Berührung gewesen war, und der leiseste Hauchüberzug brachte den Abdruck zum Vorschein. Auf noch auffallendere Thatsachen, die ebenfalls von einer bisher noch unerklärbaren Wirkung der Elektricität abhängen, werden wir weiter unten kommen. (S. Atmosphärische Elektricität Cap. 7.)

VIERTES CAPITEL.

Einfluss des Lichtes auf organische Wesen.

Licht und Wärme sind so innig mit einander verbunden, dass es bisweilen seine besonderen Schwierigkeiten hat, sie in ihren Aeusserungen und in ihrem Einflusse auf die organischen Wesen abgesondert von einander zu untersuchen. Es ist daher auch kein Wunder, wenn wir in den Systemen und Ansichten der Naturforscher in dieser Beziehung noch viel Dunkles und selbst Widersprechendes finden. Ch. Martins zu Montpellier*) sagt: „Die Wirkung des Lichtes auf die Pflanzen ist nicht minder bedeutend als die der Wärme. Man bringe eine Pflanze in die günstigsten Temperaturverhältnisse; sie wird, wenn das Licht fehlt, geil in die Höhe schiessen und ausgehen .... Die Pflanzen des Nordens sind im Winter gewissermassen ohne Leben. Wenn im Sommer beständig heiteres Wetter wäre, so zweifle ich nicht, dass diese anhaltende Einwirkung des Lichtes auf das Wachsthum der Pflanzen von ganz besonderem Einflusse sein würde: die Stämme würden fester, die Blätter grüner und derber, die Blüthen farbiger werden.“ Man könnte eine ziemliche Zahl von Thatsachen aufstellen, welche dieser Ansicht nicht eben sehr günstig zu sein scheinen; wir führen nur Folgendes an: Der Admiral Wrangel (*Le nord de la Sibérie*) erzählt, dass Dr. Kiber in einer der Höhlen in der Nähe der Lena, 100 Werst von Jakutzk, einen Lerchenbaum gefunden habe, welcher durch ein seltsames Naturspiel dort in voller Dunkelheit gewachsen sei. Wir sind in der That der Ansicht, dass die Haupterscheinungen in dem Wachsthume der Pflanzen durch den Einfluss der Lichtstrahlen weniger bedingt werden, sondern dass vielmehr die Wärme und insbesondere die Wärme im Vereine mit Feuchtigkeit die eigentlich treibende Kraft, das wesentliche Agens ist beim Wachsen, Fruchtansetzen, kurz beim ganzen Pflanzenleben. Es beweisst dies in reichem Maasse der An-

*) *Voyage botan. le long de côtes septent. de la Norvége.*

blick der Erde zur Frühlingszeit, die üppige Vegetation in den Tropen und selbst die Industrie, durch welche man mit Hülfe angemessener und anhaltender Wärme die Früchte wärmerer Länder zur Reife und Gewächse der heissen Zone in den kalten Ländern zur Blüthe bringt. Allerdings ist dies aber nicht die einzige Ursache, da nicht alle Pflanzen ihre Blüthe dem Stande der Sonne und der erwärmenden Kraft ihrer Strahlen verdanken; denn einige, wenn auch nur eine geringe Zahl, z. B. der ächte Safran (Crocus sativus) und die Herbstzeitlose (Colchicum autumnale) blühen erst am Ende des Herbstes; auch verdient Beachtung, dass einige Saamen dem Froste widerstehen. Ebenso bestimmt die Wärme allein das Aufblühen der Liliaceen in den Alpen und den Polarländern nicht, und an dem Haselstrauche findet man selbst bei einer Temperatur von 7 bis 8 Grad unter Null Blüthen. Das Schneeglöckchen, Moose, Lichenen und mehrere andere Pflanzen treiben sogar unter dem Schnee.[50])

Mag die Wirkung des Lichtes bei dem Vegetationsprocesse auch nur eine secundäre sein, bezweifeln lässt sie sich doch nicht, und bei einigen Functionen spielt sie sogar jedenfalls eine Hauptrolle. Sagt man, der Polyp taste das Licht, so kann man mit demselben Rechte noch weiter gehen und sagen, die Pflanzen suchen es und trachten ihm nach. Diese schon längst bekannte Erscheinung ist neuerdings von Payer, der bei der Academie der Wissenschaften zu Paris am 12. December 1843 eine darauf bezügliche interessante Abhandlung einreichte, wieder studirt worden. Als er in einem nur durch eine einzige Oeffnung erleuchteten Zimmer eine Pflanze keimen liess, wendete sich der junge Spross, wiewohl er gerade blieb, gegen das Fenster. Dass der Keimpunkt vom Lichte getroffen werden müsse, wie de Candolle und Dutrochet behaupten, ist nicht nothwendig. Wenn durch zwei Oeffnungen das Licht ungleich stark eintritt, so krümmt sich, nach Beobachtungen von Mirbel, Dutrochet und Becquerel, die Pflanze nach der am stärksten leuchtenden hin. Die Letzteren untersuchten ferner die Wirkung der verschieden brechbaren Strahlen des Sonnenlichtes, indem sie anfangs Schirme aus gefärbtem Glase, später ein durch einen Heliostaten fixirtes Spectrum benutzten. Aus den auf die letztere Art angestellten Versuchen schien sich zu ergeben, dass der Theil des Spectrums von Roth bis Blau unfähig ist, auf die Neigung des Stengels einzuwirken, wohl aber der übrige Theil.

Priestley, Ingenhouss und Senebier zeigten, dass dem Sonnenlichte in verschlossenen Gefässen ausgesetzte Pflanzen eine beträchtliche Menge Sauerstoff ausathmeten. Wurden sie in Gefässe gestellt, die mit kohlensäurehaltigem Wasser angefüllt waren, so wurde das Gas zersetzt, der Kohlenstoff von den Pflanzen aufgenommen und der Sauerstoff ausgeschieden. Eine einzige Schicht, der grüne

Farbestoff, [51]) scheint das Vermögen zu besitzen, diese Zersetzung zu bewirken. Auch de Candolle's Versuche, bei denen er Pflanzen in abgeschlossene mit Kohlensäure vermengte Luft brachte, bewiesen die Zersetzung der Kohlensäure unter Einwirkung des Lichtes, indem auch hier der Kohlenstoff von der Pflanze aufgenommen und Sauerstoff ausgeschieden wurde. Wird die Intensität des Lichtes schwächer, so wird auch die in Rede stehende Zersetzung schwächer und zwar in einem sehr starken Verhältnisse; im Schatten ist sie sehr schwach besonders an trüben Tagen, und im Dunkeln hört sie gänzlich auf. Im Allgemeinen ist man nach diesen Thatsachen zu dem Schlusse berechtigt, dass durch den Vegetationsprocess die Atmosphäre ver-, bessert und gereinigt wird.

Robert Hunt hat auf der siebenten Versammlung des brittischen Vereins in einer Abhandlung zahlreiche Versuche mitgetheilt, aus denen er zu folgenden Schlüssen kam: 1) Die leuchtenden Strahlen sind der Keimung der Saamenkörner hinderlich, während chemische dieselbe beschleunigen; 2) leuchtende und chemische Strahlen fördern die Bildung des Blattgrüns wesentlich, aber bei Abwesenheit wärmender Strahlen sind sie der Entwickelung der Reproductionsorgane und der Pflanzenblüthe hinderlich. Derselbe hält es für ausgemacht, dass in unseren Klimaten im Frühlinge die chemischen Strahlen (Actinismus) die zahlreichsten sind, im Sommer die leuchtenden und wärmenden an die Reihe kommen und im Herbste die letzteren vorherrschen.

Ein der Beachtung besondres werthes Phänomen müssen wir noch erwähnen, welches das in Nordamerika einheimische und durch seine giftigen Eigenschaften bekannte Rhus toxicodendron vielleicht allein unter allen Pflanzen zeigt. Zu gewissen Zeiten im Jahre verbreitet dieser Baum Ausdünstungen, welche schon in einer Entfernung von 5 bis 6 Schritt, ohne dass man mit ihm selbst in Berührung kommt, Brennen an Gesicht und Händen, selbst Anschwellen und Aufbrechen der Haut erregen. Nach Orfila's Versuchen scheint der scharfe und flüchtige Stoff dieser Pflanze sich nur im Schatten und in der Dunkelheit zu entwickeln, während im directen Sonnenlichte nur Stickstoff und Wasser ausgehaucht wird. Sollten vielleicht die der Beschreibung nach gefährlichen (tödtlichen?) Wirkungen der Manzanillo auf diejenigen, welche sich unvorsichtigerweise in ihren Schatten schlafen legen, einer gleichen Eigenschaft zuzuschreiben sein?

Eine der interessantesten Wirkungen des Lichtes auf die Pflanzen ist ihr sogenannter Schlaf. Eine grosse Zahl Blüthen, namentlich zusammengesetzte, öffnen sich bei Tage und schliessen sich nach Sonnenuntergang; andere Pflanzen, aber bei weitem die kleinere Zahl, öffnen ihre Blüthen nur des Nachts, z. B. *Mirabilis Jalapa*,

Convolvulus purpureus, Mesembrianthemum noctiflorum, Cactus grandiflorus. Auch an den Blättern beobachtet man ähnliche Verhältnisse. In Batavia heisst die Tuberose (*Polianthus*) die nächtliche Coquette (*intrigante de nuit*), weil sie bei Tage geruchlos ist, aber bei Einbruch der Nacht die schönsten Wohlgerüche ausströmt. Mit Interesse liest man die hierhergehörigen Versuche von Hill, Bonnet, Garcias und Linné, aus denen allen hervorgeht, dass das Licht einzig und allein die Ursache ist. De Candolle ist es gelungen, indem er die *mimosa pudica* bei Tage in ein völlig dunkles Zimmer stellte und sie des Nachts von künstlichem Lichte bescheinen liess, die Zeit des Schlafens und Wachens der Blätter umzukehren. Ein Gleiches ergab sich bei einer Königin der Nacht, deren Blüthen sich nach dieser Behandlung im Dunklen, also bei Tage öffneten, und beim Scheine künstlichen Lichtes, also des Nachts, schlossen.[52])

Dies eigenthümliche Phänomen beobachtete der Astronom Pain in Südamerika, während der totalen Sonnenfinsterniss am 30. November 1834, welche um 31 Minuten 49 Secunden Mittags begann und 2 Stunden 44 Minuten 30 Secunden dauerte. Während der Verfinsterung schlossen mehrere Mimosenarten ihre Blätter und die Thiere des Hühnerhofes suchten ihre Schlafstelle.[53])

Lavoisier sagt:*) „Organisation, Empfindung, freiwillige willkürliche Bewegung, Leben existiren nur auf der Oberfläche der Erde und an den Stellen, zu welchen Licht gelangt. Man möchte sagen, dass die Fabel von dem Feuer des Prometheus der Ausdruck einer philosophischen Wahrheit sei, welcher gar nicht von den Alten herrührte. Ohne Licht war die Natur ohne Leben: todt, unbeseelt. Ein gütiger Gott verbreitete auf der Oberfläche der Erde Organisation, Empfindung und Denken durch das Licht, welches er schuf.“ Darin können wir freilich Lavoisier nicht beistimmen, dass das Licht das Princip der Empfindung und des Denkens sei, ebensowenig wie von Humboldt,**) nach welchem die Organismen vom Lichte in ihrem Gedeihen, ja in ihrem Dasein promethisch bedingt sind, denn wir haben gesehen, dass gerade die wichtigsten Erscheinungen im Pflanzenleben von diesem wunderbaren Agens nicht abhängig sind, wenn auch der Einfluss des Lichtes auf die Thiere und Pflanzen ein unbestreitbarer ist. Edwards***) sagt: „Bei gleicher Temperatur erzeugen die Sonnenstrahlen im Mineralreiche Verbindungen, welche dunkle Wärme nicht herbeiführen könnte. Die Pflanzen würden ohne Einwirkung des Lichts durchaus keinen grünen Farbestoff bilden, der so allgemein verbreitet ist, dass er als eins der wesentlich-

*) *Traité élém. de chim.* t. I. p. 202.

**) Kosmos I. S. 56.

***) *Des agents physiques sur la vie.*

sten Produkte dieser Klasse von Geschöpfen erscheint. Bedenkt man nun, dass — abgesehen von der Wärme — ohne Licht kaum eine Spur von dem Pflanzenreiche existiren würde, kann man dann annehmen, dass es auf das Leben der lebenden Geschöpfe ohne Einfluss sei? Gleichwohl nimmt man, wenn man sein Augenmerk auf den Menschen und die verschiedenen Klassen von Thieren richtet, keine anderen Beziehungen zum Lichte wahr, als die des Sehens, wodurch die Wahrnehmung der Farben, der Gestalten und der Entfernungen vermittelt wird.“ Edwards schreibt dem Lichte zunächst keine andere Wirkung zu, als die einer schwächeren oder stärkeren Färbung bei denjenigen, welche der Sonne viel ausgesetzt sind. Die plötzlichen Todesfälle an sehr heissen Tagen, ebenso die Sonnenstiche sind nach ihm eine vereinte Wirkung des Lichtes und der Wärme. Bei dem schlechten Aussehen der Unglücklichen, welche dunkle Orte bewohnen, kann man die Wirkung des Lichtmangels von den vielen gleichzeitig sattfindenden anderen Ursachen nicht sondern. Gleichwohl ist es wahrscheinlich, dass das Licht bei den Lebenserscheinungen eine einflussreichere Rolle spielt, als man nach der einfachen Beobachtung denkt. Die Entwickelung des Thieres erfolgt im Allgemeinen bis zum Augenblicke der Geburt im Dunkeln; es giebt jedoch Eier, die erst nach dem Legen befruchtet sind und aus denen das Junge trotzdem auskriecht, dass sie den Sonnenstrahlen ausgesetzt waren, z. B. die Eier der Batrachier. Edwards brachte Froschlaich mit Wasser in Gefässe, von denen das eine mit einer schwarzen Hülle umgeben war, so dass das Licht nicht eindringen konnte, während das andere durchsichtig blieb. Beide wurden auf völlig gleicher Temperatur gehalten und auf das durchsichtige konnten die Sonnenstrahlen wirken. Die dem Lichte ausgesetzten Eier entwickelten sich allmälig; aber so war es nicht mit denen in dem dunklen Gefässe, von denen auch nicht eins zur vollen Entwickelung kam, wiewohl er an einigen unzweideutige Spuren der Entwickelung des Embryo bemerkte. Aus mehreren der von Edwards mitgetheilten Versuchen geht hervor, dass die Abwesenheit des Lichtes die Umwandlung der Kaulquappen (jungen Frösche) nicht verhinderte, aber sie wurde dadurch verlangsamt. Die Gegenwart vom Sonnenlicht begünstigt die Entwickelung der Gestalt und scheint den verschiedenen Körpertheilen das dem Arttypus charakterisirende Verhältniss zu geben. So ist er auch der Ansicht, dass gewisse Arten, wenn sie immer im Dunklen bleiben, auf einem Typus stehen bleiben können, der von dem wesentlich verschieden ist, welchen die Natur eigentlich als Ziel hingestellt hat, und dass sie immer mit dem Charakter der Entwickelungsstufe, welche ihrer ersten Lebensperiode zukommt, leben können; eine Ansicht, für welche namentlich Proteus anguiformis spricht, welcher in den unterirdischen Gewässern Krains lebt, wo die Ab-

wesenheit des Lichtes mit der niederen Temperatur der dortigen Seen vereint wirkt, die Form der höheren Entwickelungsstufe nicht zur Ausbildung kommen zu lassen. Edwards schliesst aus diesen Thatsachen, dass in den Klimaten, in denen nackt zu gehen der Gesundheit nicht unzuträglich ist, es auf die gleichmässige Ausbildung des Körpers gerade sehr günstig einwirken müsse, dass man denselben in seiner ganzen Oberfläche dem Lichte aussetzt, wofür übrigens auch eine Beobachtung von Humboldt's spricht, die sich in seiner Reise nach den Aequinoctialgegenden findet. Er spricht dort von den Chaymas: „Männer und Frauen haben einen sehr muskulösen Körper, sind fleischig und haben wohl abgerundete Formen. Es ist überflüssig hinzuzufügen, dass ich kein einziges, von Natur missgestaltetes Individuum gesehen habe, und ich könnte dasselbe von all den Tausenden Cariben, Muyscas, Indianern, Mexicanern und Peruanern sagen, welche wir in Zeit von 5 Jahren gesehen haben. Missgestaltungen und Verstümmelungen des Körpers sind bei einigen Menschenraçen überaus selten, besonders bei den Völkern, welche die Gewohnheit haben, die Haut stark mit Farbe einzureiben. Dass an dergleichen einzig und allein die höhere Civilisation, das verweichlichte Leben und die Sittenverderbniss schuld sei, kann ich nicht glauben."

Edwards nimmt auch an, dass Mangel an hinreichendem Lichte bei scrophulösen Kindern eine der Ursachen der Missbildungen in den weichen und harten Körpertheilen sei. In der That kommt diese Krankheit auch vorzugsweise vor bei den Kindern der Armen, welche in engen und dunklen Strassen wohnen. Sind diese Missbildungen nicht unheilbar, so ist die Einwirkung des Lichtes in freier Luft eins der kräftigsten Mittel um die Kinder wieder herzustellen. Die Augen scheinen ihm, mit Rücksicht auf ihre ganz besondere Empfindlichkeit, mehr als alle anderen Theile des Nervensystems geeignet, diese Wirkung des Lichtes auch auf die übrigen Theile des Körpers überzutragen. Er sagt: „Es ist einleuchtend, dass das Licht bei seiner Einwirkung auf die Augen sich nicht auf den Eindruck beschränkt, welcher das Sehen bedingt; denn selbst ein schwacher auf die Augen stattfindender Lichteindruck erzeugt in mehreren acuten Krankheiten eine allgemeine Verschlimmerung der Symptome." [34])

Wir wiederholen mit Edwards, dass die den Sonnenstrahlen entströmende Wärme nicht die einzige Ursache der Erscheinungen ist, welche bei dem Sonnenstiche, dem Schlaganfalle, dem Wahnsinne u. s. w. auftreten; denn bei Menschen, welche in der Nähe fortwährend glühender Oefen hohen Graden künstlicher Wärme ausgesetzt sind, treten keine analogen Erscheinungen ein. Das Licht hat bei diesen Wirkungen seinen Antheil und dieser Einfluss verdient besonders bei Gehirnaffectionen Beachtung. Ein sonst ruhiger Wahn-

sinniger wurde jedesmal rasend, wenn der Mond in sein Zimmer schien. Glänzende Körper rufen nicht minder wie der Anblick des Wassers die schrecklichen Ausbrüche der Wasserscheu hervor. Dem Einfluss der Dunkelheit, der Einsamkeit, der Stille auf das Delirium, den Wahnsinn und die fürchterlichen Geisteskrankheiten, welche den Menschen zum Verbrechen treiben und ihn unter die wilden, unvernünftigen Thiere erniedrigen, kennen wir noch nicht vollständig; es ist dies aber gerade ein Punkt, welcher die grösste und allgemeinste Beachtung verdient.

Die Erfahrung hat erwiesen, dass es bei Scropheln, bei der englischen Krankheit, bei dem Scorbut u. s. w. gut ist, den Kranken den Sonnenstrahlen auszusetzen, wenn man es nur nicht übertreibt, sondern mit Maass thut. So verdienen auch die Erscheinungen bei der Bleichsucht und dem Blutmangel, überhaupt bei der nicht normalmässigen Färbung der Körper, dass wir etwas bei ihnen verweilen. Das Folgende gilt zunächst gemeinsam der Bleichsucht bei Pflanzen und bei Menschen. Die Wirkung des Lichtmangels kennt man schon längst aus Erfahrung; namentlich haben Bonnet, Duhamel und Meese sich mit dem Bleichwerden der Pflanzen beschäftigt, und aus ihren Versuchen ergiebt sich unleugbar, dass die Erscheinung der Abwesenheit des Lichtes zuzuschreiben ist. Denn wenn auch die feuchte Wärme dazu beiträgt dieselbe zu erzeugen oder ihre Entwickelung zu begünstigen, so beschränkt sich doch ihre Wirkung lediglich hierauf und die Grundursache bleibt der Lichtmangel.*)

Die Veränderung, welche die Pflanzen erleiden, bestehen im Wesentlichen darin, dass 1) ihr Gewebe an Derbheit verliert, 2) ihre Säfte minder scharf und 3) sie selbst bleich werden. Man sieht dies namentlich bei Selleri, Salat, Endivia, Artischoke u. a., wo man wohl gar absichtlich das Licht fern hält. Hiernach kann man schliessen, dass das Licht auf die Pflanzen einen Reiz ausübt und es fragt sich, ob es bei dem Menschen ebenso ist. Die Analogie spricht dafür, und die Erfahrung bestätigt es; denn wir beobachten das Ausbleichen der Haut, wenn auch in verschiedenem Grade, bei den Personen, welche der wohlthätigen Einwirkung des Sonnenlichtes weniger theilhaftig werden, z. B. bei den Gefangenen, den Bergleuten und selbst bei denjenigen, welche nur eine sitzende Lebensweise führen. Es ist indessen sehr schwer, den Einfluss des Lichtmangels von den anderen schwächenden, herabstimmenden Ursachen zu sondern, welche bei der Veränderung der Säfte bestimmend mitwirken und so auch das Bleichwerden mit herbeiführen. Man muss nothwendig einen Unterschied machen zwischen

*) Vergl. *Journal de physique* 1778, suppl. t. XIII.

dem kleinen Mädchen, welches in freier Luft im Schoosse seiner Familie, umgeben von den Annehmlichkeiten des Reichthums lebt und doch ohne auffallenden Grund eine Mattigkeit in allen seinen Functionen, eine Niedergeschlagenheit und unüberwindliche Kraftlosigkeit zeigt und im Gesichte einer Wachspuppe gleicht, und zwischen dem armen Bergmanne, dessen harte Arbeit kaum zum Erwerbe des täglichen Brodes ausreicht, der seine Tage unter der Erde, fern von Himmel und Sonne, in langen und tiefen Gruben verlebt, wo er stagnirende, feuchte, warme mit ungesunden Gasen beladene Luft athmet; und doch zeigt die Bleichsucht in dem einen und der Blutmangel in dem anderen Falle mehrere übereinstimmende Symptome, namentlich im Bleichwerden der Haut. Bei Beiden zeigt sich das Eisen als ein wesentliches, specifisches Heilmittel; alle anderen Mittel, mit Ausnahme eines verständig geleiteten Heilverfahrens, sind Nebensachen, entweder unnütz oder gar schädlich. Würden nun die Kranken etwa auch durch die eisenhaltigen Mittel gesund werden, wenn sie dem Einflusse des Sonnenlichtes beraubt blieben? Es ist wohl erlaubt, hieran zu zweifeln. Nichts destoweniger ist weder anhaltende Dunkelheit die einzige Ursache der Krankheit, noch das Gegentheil, die Einwirkung des Lichtes, das einzige Mittel dagegen. Es ist merkwürdig, dass hier die Pflanzen sowohl, als die Menschen Beispiele liefern; dahin gehören wenigstens die auffallenden und interessanten Beobachtungen von Eusebius Gris, über welche Brongniart dem landwirthschaftlichen Centralvereine in Frankreich Mittheilung gemacht hat. Mit organischen Stoffen gesättigtes Wasser, sehr stickstoffreiche Brühen, reichen nicht immer aus die Bleichsucht bei Pflanzen zu heilen, während dieselben durch eine Auflösung von Schwefeleisen im Verhältnisse von etwa 1 Loth auf ein Quart, die man in das Wasser, dessen man sich zum Begiessen bedient, bringt, sicher hergestellt werden. Es ist sogar ausreichend, wenn man nur die bleichen Blätter schwach mit einer Auflösung von 1 Quentchen des Eisensalzes auf 1 Quart Wasser befeuchtet. Hiernach ist das specifische Mittel gegen Bleichsucht beim Menschen und bei der Pflanze ein und dasselbe.*)

Nachdem die Wirkung, welche das Licht auf das Chlorsilber ausübt, unbestreitbar feststeht, kann man nicht mehr darüber in Zweifel sein, dass das Licht auch das Princip der verschiedenen Färbungen im Geschlechte der Menschen sei. Welch Unterschied ist im Teint der Städte- und Landbewohner? Welche Verschiedenheit zeigen die Menschen in den verschiedenen Breiten hinsichtlich ihrer Färbung! Dass die Färbung der Neger das gleichzeitige Re-

*) Vergl. *Les travaux de la Société centrale d'agriculture*, 1847.

sultat mehrerer Ursachen ist, von denen jedoch das Licht sich als die hauptsächlichste herausstellt, ist äusserst wahrscheinlich.

Von dem wunderbaren Acte des Sehens, von dem Geheimnissvollen desselben, dem wir einen Theil unseres Wissens und die lebhaftesten Genüsse verdanken, wollen wir nicht sprechen. Das Licht erzeugt dies Alles. Ebenso wollen wir die Eindrücke und Empfindungen, welche der Anblick der Gegenstände in uns erregt, mit Stillschweigen übergehen, um noch kurz die einfache und unmittelbare Wirkung des Lichtes und der Dunkelheit zu berühren. Ist es nicht wahr, dass unter einem trüben Himmel der Geist mehr zur Melancholie sich hinneigt? Wird nicht der Splen der Engländer durch den Jahr aus Jahr ein herrschenden Nebel hervorgerufen oder wenigstens unterhalten, welcher die Atmosphäre Grossbritanniens so traurig und langweilig macht? Werden nicht umgekehrt Erregtheit und Lebhaftigkeit durch den Anblick eines heiteren, lichtvollen Himmels veranlasst, wie es die lebhaften Gesten, die ausdrucksvollen Pantomimen und die beweglichen Gesichtszüge der Bewohner südlicher Länder beweisen? Stimmen nicht die hellerleuchteten Zimmer bei den Abendgesellschaften die Gemüther zu geselliger Munterkeit?

Der menschliche Körper richtet sich gewissermassen nach den äusseren Umständen, nach den Agentien, mit welchen er in unmittelbare Berührung kommt, und passt sich mit Leichtigkeit den Medien an, in welchen er lebt. In einer grossen Zahl periodischer Vorgänge erkennt man deutlich als Ursache den täglichen Einfluss der Sonne, sei es, dass die Gewohnheit sie so geordnet hat, sei es, dass — wie es wahrscheinlicher ist — hierbei ein Naturgesetz waltet, dessen Harmonie allerdings der menschliche Wille stören kann. Am merkwürdigsten ist hier der Schlaf, der sich bei dem grössten Theile der organischen Wesen nach der Abwesenheit des Lichtes richtet. Dass hier ein Naturgesetz vorliegt, beweisen die willenlosen Pflanzen, die demselben mit sehr wenigen Ausnahmen fast unabänderlich folgen. Australische Gewächse, die in unsere Gegenden verpflanzt werden, acclimatisiren sich und richten sich nach den Nächten und Jahreszeiten unserer Hemisphäre, wiewohl diese mit denen ihrer Heimath nicht überein fallen.[55])

Zwischen Tag und Nacht giebt es merkwürdige und vielfache Verschiedenheiten in Betreff des Lichtes, der Wärme, des Elektromagnetismus, der Gewohnheiten. In dem Thierreiche beobachtet man dieselben Erscheinungen und dieselben Ausnahmen, wie bei den Pflanzen überhaupt und den Blüthen im Besonderen. Tausend Vögel begrüssen bei Tagesanbruch das Licht des jungen Tages mit ihrem Flügelschlage und ihrem melodischen Gesange; einige Arten machen sich sogar schon vor Sonnenaufgang auf. Nach Dureau

de la Malle ist ihr mehr oder weniger zeitiges Erwachen durch die Nothwendigkeit für die Nahrung ihrer kleinen Familie zu sorgen bedingt. Andere Arten, deren Zahl allerdings geringer ist, verlassen ihr Nest nur in der Dämmerung und verkünden die anbrechende Nacht durch ihr monotones Schreien. Der grösste Theil der Vierfüsser erhebt sich, wie die Vögel, mit Sonnenaufgange von seinem Lager und sucht in den Feldern und Wäldern seine Beute, wiewohl einige, z. B. der Löwe und der Schakal ihre Höhle nur bei Nacht, deren Stille sie mit ihrem Gebrülle unterbrechen, verlassen. Hierbei leitet sie nicht etwa die Furcht oder die Klugheit, denn dies könnte eher bei Schwächlingen der Fall sein, denen bei Tage allenthalben Nachstellungen und Gefahren drohen, während der Löwe doch in den weiten Einöden, welche ihm Gott zu seinem Aufenthalte angewiesen hat, selten auf Gefahren stösst.

Der Tag ist für den grössten Theil der Menschen das Signal zur Thätigkeit, Arbeit, Beschäftigung. Selbst auf den Schlachtfeldern bringt die Nacht eine Unterbrechung des Blutvergiessens, der Feindseligkeit. Der Abend verlängert nur das unruhige Treiben und das letzte Geräusch des Tages. Nach dem Beispiele der Tuberose, der Königin der Nacht verschliessen einige Menschen die Schätze ihrer Innenwelt vor den lebhaften Strahlen der Sonne, ihr Geist entzündet sich nur bei dem matten Schimmer der Studirlampe, und der sinnende Geist breitet seine majestätischen Fittiche nur aus in den Stunden der Stille und unter dem Schatten der Nacht, um die unbekannten Felder des Wissens und der Philosophie zu durchstreifen.

FÜNFTES CAPITEL.

Von der Wärme.

Da mit wissenschaftlicher Strenge Zweideutigkeit und Unbestimmtheit durchaus unverträglich ist, so muss man in der Sprache auf grosse Präcision halten und die in Anwendung kommenden *termini technici* genau definiren. Deshalb machen wir gleich hier darauf aufmerksam, dass Wärme (*chaleur*) und Wärmestoff (*chalorique*) nicht zu verwechseln sind; denn jenes ist die Wirkung, dies die wirkende Ursache.[56]) Bei der Reform der chemischen Nomenclatur gaben Lavoisier, Fourcroy und Berthollet dem Agens, welches als wirkende Ursache bei den Wärmewirkungen anzunehmen war, den Namen Wärmestoff (*calorique*), und dem sind seitdem alle Naturforscher gefolgt. Trotzdem kommt es bisweilen vor, dass

der Unterschied nicht streng festgehalten, namentlich unter Wärme bisweilen die Ursache der Erscheinungen, oder wohl auch die Lehre von der Wärme, d. h. der Inbegriff aller Erscheinungen, welche der Wärmestoff hervorruft, verstanden wird. Im gegenwärtigen Kapitel werden wir uns auf einige allgemeine Wärmeverhältnisse beschränken, indem wir dem vierten Abschnitte dieses Werkes die von der Temperatur bedingten meteorologischen Phänomene vorbehalten.

Den Wärmestoff, der seiner Natur und seinem Wesen nach ebenso unbekannt und hypothetisch ist, wie das Licht, rechnen die Naturforscher zu den imponderablen Stoffen. Aristoteles sah die Wärme als eine Qualität der Körper an; nach den Epicuräern wurde sie durch die kleinsten Theilchen der feurigen Körper selbst erzeugt; Boerhave, Lémery, s'Gravesande betrachteten sie wie eine allenthalben verbreitete Flüssigkeit *sui generis*, während sie nach Descartes und Newton das Resultat einer gewissen Bewegung der verschiedenen Körpertheile sein soll, also eine durch einen mechanischen Vorgang erzeugte Eigenthümlichkeit.

Der Wärmestoff theilt sich mit sowohl bei Berührung, als auch aus der Ferne. Einige Körper, z. B. die Metalle, leiten denselben sehr leicht fort und heissen deshalb gute Wärmeleiter; andere z. B. das Glas, die Harze, die Kohle und besonders die tropfbaren und die elastischen Flüssigkeiten, sind hingegen schlechte Wärmeleiter.[57]) Aus der Ferne theilt sich die Wärme mit wie das Licht, geht ohne Hinderniss und ohne Verlust an Kraft durch den Weltenraum und durcheilt die Entfernung der Sonne von der Erde in einigen Minuten. Die so fortgepflanzte Wärme nennt man strahlende. Hierbei müssen wir bemerken, dass das Licht der Sterne in den entferntesten Regionen, in denen dieselben kein einziges Wärmephänomen hervorrufen, noch wirksam ist.

Die Ausbreitung des Wärmestoffes durch den Raum geschieht von den Körpern stets durch Strahlung; er folgt hierbei und ebenso bei dem Auftreffen auf Körper denselben Gesetzen, wie das Licht. Alle Körper, selbst die kältesten, strahlen ohne Unterlass Wärmestoff aus; dies ist z. B. auch der Fall bei den Eismassen, welche durch den so lange anhaltenden Winter in den Polargegenden gebildet sind. Ebenso treten auf diese Weise die Planeten, die Sterne, kurz alle Körper des Universums mit einander in Wechselwirkung, so dass zwischen ihnen ein fortwährender Austausch von Kräften oder Agentien stattfindet.

Die Entdeckung der Gesetze der strahlenden Wärme hat die grösste Analogie in der Wirkungsweise dieser Flüssigkeit und den durch das Licht bedingten Erscheinungen herausgestellt, so dass man im Allgemeinen auch die Wärme als durch eine schwingende

Bewegung der Atome der Körper erzeugt ansieht, welche sich dem die Atome umgebenden Aether mittheilt. Diese Hypothese hat durch die Experimente von Th. Young, Fresnel, Arago, Melloni, Forbes u. a. einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit und fast Gewissheit erlangt, namentlich haben die Untersuchungen der beiden letzteren Naturforscher über Brechung der Wärmestrahlen die von Bérard (1812) behauptete Wärmepolarisation ausser Zweifel gesetzt. Desains und de la Provostaye, welche die Eigenschaften der polarisirten Strahlen untersuchten, indem sie Sonnenwärme durch einen achromatisirten Doppelspath gehen liessen, fanden, dass die Wärme sich hierbei in zwei an Intensität gleiche Strahlen spaltete, die in der Ebene des Hauptschnittes oder in einer darauf senkrechten Ebene vollständig polarisirt waren, und dass bei der Reflexion auf polirten Metallflächen zwischen polarisirtem Lichte und polarisirter Wärme volle Uebereinstimmung stattfindet.[58])

Der Wärmestoff ist in allen Körpern, selbst in allen kleinsten Theilchen der Materie gebunden (latent) oder frei (sensibel) vorhanden. Petit und Dulong haben das merkwürdige Gesetz gefunden, dass die Atome der einfachen Körper alle genau dieselbe Wärmecapacität besitzen.[59]) Eine sehr hohe Steigerung der Temperatur ist immer mit Lichterscheinungen verbunden; der Blitz ist stets von Wärme begleitet. Alle Körper, sowohl einfache wie zusammengesetzte, mit Ausnahme des Wassers und Schriftgutes[60]) dehnen sich bei Erwärmung aus, und unter übrigens gleichen Umständen kommt demselben Wärmegrade auch stets dasselbe Volumen zu. Das Wasser zeigt je nach den verschiedenen Temperaturen einige Unregelmässigkeiten, auf die wir weiter unten, wo von dieser Flüssigkeit die Rede sein wird, kommen werden.

Man betrachtet den Wärmestoff als eine Kraft, welche der Cohäsionskraft entgegenwirkt; denn durch denselben wird der Aggregatzustand der Körper, der ein dreifacher ist: fest, tropfbarflüssig und luftförmigflüssig, geändert. Kann ein fester Körper unter dem Einflusse der Wärme flüssig gemacht werden, wie z. B. das Eis, das Wachs, die Metalle, so nennt man ihn schmelzbar. Nach dem heutigen Standpunkte, namentlich in Folge der neueren Untersuchungen von Despretz[61]), weiss man jedoch, dass kein Körper der Wirkung des Gebläses oder der elektrischen Säule widerstehen kann, und dass sie ohne Ausnahme nicht nur geschmolzen, sondern sogar verflüchtigt werden können. Dass noch leichter eine Flüssigkeit bei einer gewissen Temperatur in Dunstform übergehe oder elastisch flüssig werde, versteht sich hiernach von selbst.[62])

Als Quellen der Wärme bezeichnet man gewöhnlich mechanische, elektrische, chemische Vorgänge, ebenso Aenderungen in den Verhältnissen der Elementartheilchen und dem Lebensprocesse. Dass

durch Schlag, Reibung, Zusammendrückung der Luft, ebenso beim Prägen der Münzen Funken erzeugt und gewisse Körper entzündet werden, ist eine bekannte Sache. Durch die elektrische Entladung, ebenso durch den galvanischen Strom wird bisweilen eine Hitze erzeugt, die einen Metalldraht zum Glühen bringt, ja eine Schmelzung oder sogar eine Verflüchtigung zur Folge haben kann. Die Haarröhrchenwirkung, eine Aenderung in den Elementartheilchen, kann eine Temperaturerhöhung von 1, selbst von 2 Grad hervorbringen. Pouillet hat sogar eine plötzliche Temperaturerhöhung von 8 bis 10 Grad nachgewiesen, wenn man einen festen Körper mit einem flüssigen von derselben Temperatur benetzt.

Bei jeder Verbindung, bei jeder Zersetzung in der Natur macht sich der Einfluss des Wärmestoffes geltend. Bei chemischen Verbindungen tritt eine Temperaturerhöhung, bei chemischen Zersetzungen eine Temperaturerniedrigung ein. Hieraus erklärt sich auch die Temperaturerhöhung, welche bei einigen Metallen, die in fein zertheiltem Zustande sich befinden, statt hat, sobald gewisse Gasgemische darauf einwirken, eine Entdeckung selbständiger Entzündung, welche man Döbereiner[63]) verdankt, und die z. B. eintritt, wenn Wasserstoff im Vereine mit Sauerstoff mit Platinschwamm in Berührung kommt. Schüttet man einen Tropfen Schwefelsäure in Wasser, so entwickelt sich eine solche Wärme, dass man ein Zischen wie beim Eintauchen glühenden Eisens hört, so dass es gefährlich sein würde, eine grössere Menge dieser Säure auf einmal in Wasser zu giessen. Becquerel sagt: *) „Jede Volumenänderung eines Körpers ist mit Wärmeerscheinungen verbunden. Wird das Volumen verkleinert, so steigt die Temperatur, im entgegengesetzten Falle fällt sie. Beides rührt davon her, dass im ersten Falle der Theil gebundener Wärme, welcher nöthig ist, um die Elementartheilchen auseinander zu halten, frei wird, während im anderen diese den benachbarten Körpern die Wärme entziehen, welche sie nöthig haben, um in grösseren Abstand von einander zu treten."

Die fast unveränderliche Temperatur der Thiere wird vorzugsweise durch den chemischen Vorgang beim Athmen erhalten; doch glaube ich nicht, dass man bis jetzt von der hierbei mit in Betracht kommenden Wirkungsweise des Lebensprincips genügende Rechenschaft geben kann. Lamarck beobachtete zuerst im Jahre 1777 eine beträchtliche Wärmeentwicklung bei *Arum italicum* zur Zeit der Blüthe, indem die aufgeschlossenen Kolben heiss wurden, während die noch nicht geöffneten die Temperatur der umgebenden Luft zeigten. Hubert sah das Thermometer, welches er an die aufgeschlossenen Kolben brachte, um 4 Grad steigen. Van Boeck

*) *Becquerel, Traité de physique* t. I. p. 459.

fand mit Hülfe eines thermoelektrischen Apparates von Becquerel und Breschet, dass das Austreten des Blüthenstaubes von einer merklichen Wärmesteigerung begleitet war.[64])

Capitain Cook sagt: „Die Geschichte der Menschheit bietet wenige so ausserordentliche Thatsachen dar, als die Entdeckung und Benutzung des Feuers. Man ist fast allgemein der Ansicht, dass man durch Zufall auf die Art und Weise dasselbe durch Anschlagen oder Reibung zu erregen, gekommen sei.*)

Bei Plinius**) liest man: „Die Kunst Holz zum Brennen zu bringen verdankt man den Hirten und dem militärischen Vortrabe. Indem sie Holz an Holz reiben, erregen sie den Funken, welchen sie dann auf Zunder und auf leicht brennende Blätter fallen lassen. Die hierzu geeignetsten Hölzer sind Lorbeer und Epheu, und zwar wird mit diesem auf jenem gerieben.[65]) Lucretius ist der Ansicht, das einestheils der Blitz und anderentheils das Reiben vom Winde bewegter Bäume dem Menschen das Feuer offenbart habe: „Schon zeitig, sagt er, lehrte ihn die Sonne die Speisen zuzubereiten und durch die Wirkung des Feuers schmackhafter zu machen, indem sie ihm zeigte, dass die Kraft ihrer Strahlen und der Wärme alle Erzeugnisse der Erde zeitigte. Von Tag zu Tag entfernte sich dann der Mensch immer mehr von seinem Urzustande, indem er durch Nachdenken und Erfindungsgabe zu immer neueren Anwendungen des Feuers geführt wurde."

Capitain Cook meint, es sei schwer zu erklären, wie die Menschen sich mit diesem gefährlichen Elemente so vertraut haben machen können, wie sie darauf gekommen sein möchten, es dienstbar zu machen und die Nahrungsmittel mit seiner Hülfe zu bereiten, nachdem man sich gewöhnt hatte, dieselben roh zu essen. Dieselbe Frage könnte man indessen bei allen nützlichen Künsten aufwerfen, deren

*) Cook beschreibt es, wie die Insulaner, die er besucht hat, sich Feuer verschaffen. Die Neuholländer erzeugen es mit grosser Leichtigkeit und theilen es auf eine überraschende Weise anderen Gegenständen mit. Um Feuer anzuzünden nehmen sie zwei Stücke trockenen Holzes: das eine ist ein kleiner Stock von etwa 8 Zoll Länge, das andere platt. Die Spitze des Stockes machen sie stumpf, und indem sie ihn gegen das andere Stück drücken, drehen sie ihn schnell zwischen ihren Händen, wie wir es mit einem Quirle thun. Während sie den Stock drehen, erheben sie öfter die Hand, lassen sie aber sofort wieder sinken, um den Druck, so sehr sie nur können, zu vermehren. Auf diese Weise erhalten sie in weniger denn 2 Minuten Feuer. Es ist bemerkenswerth, dass die Bewohner Feuerlands sich durch Anschlagen Feuer verschaffen, und die glücklicheren Bewohner Neuhollands, Neuseelands, Taiti's durch Reiben zweier brennbaren Substanzen. Man kann hiernach annehmen, dass in einem kalten Lande das Feuer durch zufälliges Anschlagen zweier metallischer Körper erzeugt wurde, und in einem warmen Klima durch das Reiben zweier brennbarer Stoffe; Methoden, welche beide von der Kunst angenommen und beibehalten sind.

**) *Hist. nat.*, lib. XVI. cp. 77.

Erfindung entweder eine göttliche Inspiration oder eine Jahre lang und tausendmal wiederholte Erfahrung voraussetzt. Welche hohe Stufe der geistigen Entwickelung müsste man bei denen annehmen, welche den Ackerbau, die Bearbeitung der Metalle, die Construction mechanischer Instrumente und Maschinen, seien sie auch noch so plump, erfunden haben! Der Astronom la Hire ging niemals vor einer Windmühle vorüber ohne den Hut zu ziehen, um den Wohlthäter der Menschheit seine Hochachtung zu beweisen, dessen Name wie der so vieler Anderer, die ebenfalls der Unsterblichkeit würdig waren, verloren gegangen und vergessen ist.

Nach der auch uns höchst wahrscheinlichen Ansicht einiger Gelehrten standen die Menschen uranfänglich auf einer hohen geistigen Stufe, vielleicht auf einer höheren, als wir jetzt wieder erreicht haben.[66]) Die Chaldäer scheinen nicht blos Einzelheiten aus der Astronomie gewusst zu haben, sondern das wahre Weltensystem selbst, wofür Copernicus in der schönen Vorrede zu seinem grossen Werke: ***De revolutionibus orbium coelestium***, zahlreiche Zeugnisse aufstellt. Caylus hat ganz Europa mit allen seinen Kenntnissen in Mechanik und Architectur zum Baue einer Pyramide, wie die ägyptischen sind, herausgefordert; und doch reichen die historischen Zeiten und ebenso die Bildung der menschlichen Vereine nicht über 3000 Jahre zurück. So waren auch die Philosophen des Alterthums der Ansicht, dass die ersten Menschen eine übernatürliche Weihe, eine göttliche Offenbarung, empfangen hätten; denn das ist jedenfalls die Ansicht Plato's und Plutarch's, ebenso wie die des Hippocrates, welcher sagt, „Ich zweifle nicht daran, dass die Künste ursprünglich Gnadenbezeugungen gewesen sind, welche den Menschen von den Göttern gewährt wurden."

Es ist wahrscheinlich, dass der Blitz das Anschlagen von Kieseln, die Reibung zweier leicht brennbaren Stoffe nicht die einzige Gelegenheit gewesen sind, den Gebrauch und die Kraft des Feuers zu offenbaren. Diesen Quellen muss man noch die Vulkane, die brennenden Brunnen, die in den Wäldern durch den Wind veranlassten Brände, endlich die Selbstentzündung aufgehäufter, sich zersetzender vegetabilischer Stoffe hinzufügen Ueberdies ist die Anwendung des Feuers von den Menschen gleichzeitig an allen Orten der Erde geschehen; denn wir finden dieselbe in allen Klimaten, unter allen Zonen. Die Sprache und die Ueberlieferungen einiger Völker sind verloren gegangen, die Wissenschaft, die Künste, die Civilisation haben in den grossen Krisen, welche die Welt umgestürzt haben, oft Schiffbruch gelitten; aber die Erinnerung an die Vortheile, welche das Feuer gewährt, welches der Mensch unter allen Geschöpfen allein zu unterhalten und zu benutzen versteht, ist nie verloren gegangen; das Feuer, ohne dessen Beistand wegen der Strenge der Jahreszeiten die

Hälfte der Erde dem Menschen unzugänglich sein würde. Man kann sich daher nicht wundern, dass dasselbe bei einer grossen Zahl von Völkern Gegenstand göttlicher Verehrung geworden ist. Zoroaster, König von Bactrien, welcher nach Einigen schon vor Abraham gelebt haben soll, lehrte die Perser die Gottheit unter dem Symbole des Feuers verehren. Die Gebern, Zoroaster's Anhänger, unterhalten noch ein nie verlöschendes Feuer zur Ehre dieses Philosophen, dessen von den Indiern entlehnte Lehre durch die Magier bei den Chaldäern, Parthern, Medern, Corasmiern u. s. w. verbreitet wurde. Im alten Rom hat sich kein Kultus so lange erhalten, als der der Vesta, deren Priesterinnen Vorrechte genossen, welche weder die Consuln, noch die Tribunen, noch die Auguren besassen. Porphyr und der heilige Clemens von Alexandrien berichten, dass die Mysterien der Alten, besonders die des Osiris, des höchsten Grades für die Eingeweihten, eine allegorische Verherrlichung der Sonne als Weltseele, als Lebens- und Bewegungsprincip von Allem auf Erden, war; selbst das geistige Wesen war für die Eingeweihten nur ein Ausfluss des ewigen Lichtes, welches in diesem Gestirne, als dem Hauptheerde desselben, glänzt. Dieselbe Allegorie finden wir in dem Kultus des Adonis bei den Phöniziern, in dem des Athys bei den Phrygiern, endlich in der schliesslichen Bedeutung aller Mysterien, wonach das Feuer als das Symbol der Wiedergeburt der Wesen angesehen wurde. Die Kälte ist unfruchtbar, die Wärme aber besitzt das Vermögen zu zeugen: *Sterile est frigidum, calor autem gignit;**) auch in den beiden bekannten Versen:

Ignis ubique latet, naturam amplectitur omnem;
Cuncta parit, renovat, dividit, urit, alit . . .

wird diese Kraft deutlich bezeichnet, wie in der Devise der Alchemisten: *Igne natura renovatur integra.*

Die Rolle, welche das Licht in Bezug auf die lebenden Wesen spielt, haben wir auf ihr rechtes Maass zurückzuführen gesucht; wir haben bemerkbar gemacht, dass dasselbe keineswegs die active Ursache, das wesentliche Agens bei der Befruchtung sei, dass in der Wärme, und namentlich in der Wärme im Vereine mit Feuchtigkeit, auf der ganzen Erde die Quelle, das Erweckende, die unerlässliche Bedingung des Lebens für alle organische Wesen gesucht werden müsse. Nach Theophrast (*Histoire des plantes*) sind der Lebenssaft und die Wärme die Grundlagen der Vegetation. Die Keimung oder der Uebergang der eigentlichen Lebenskraft zum Leben selber tritt beim Saamen nur ein, sobald Wasser vorhanden ist; denn ohne dies letztere Agens befruchtet die Wärme allein das trockene Korn nicht,

*) *Seneca, quaest. nat.* II. 10.

sondern es kann dadurch sogar in dem Saamen der Lebenskeime zerstört und vernichtet werden. Welches ist nun die Rolle des Wassers bei dem Keimungsphänomene? Wirkt dasselbe etwa einfach als Lösungsmittel auf die löslichen Grundstoffe, oder wird es, indem es zersetzt wird, ein chemisches Agens, welches die Fähigkeit, neue Produkte zu bilden, besitzt? Dies ist noch ein streitiger Punkt. Doch steht es fest, dass die Wärme das wesentlichste Princip bei der Befruchtung und den Lebensäusserungen ist. Die ganze Natur tritt hier als Zeuge auf, und Friedrich Hoffmann konnte mit vollem Rechte sagen: *Caloris ad vitam, nutritionem, propogationes et motus vitales producendos et conservandos maxima necessitas et potentia est;* eine Wahrheit, welche schon den Alten, welche in so hohem Grade Beobachtungsgabe besassen, nicht entgangen war.

Man hat oft als eine wunderbare Erfindung der Aegyptier das schon im hohen Alterthume bekannte und in Gebrauch gewesene künstliche Ausbrüten von Eiern angeführt. Niebuhr erzählt, dass im Jahre 1761, zur Zeit seiner ägyptischen Reise, diese Kunst schon sehr vernachlässigt gewesen sei, und nur in Cairo habe er noch Brütöfen angetroffen. Er sagt: „Man arbeitet dort nur während der Sommermonate. Man bringt die Eier dahin und zahlt für das Ausbrüten einen festen Preis. Der Ofen besteht aus mehreren Etagen, in denen die Eier auf Stroh liegen. Tag und Nacht ohne Unterbrechung werden sie umgedreht und wieder umgedreht. Die ganze Einrichtung zielt dahin, eine gelinde, gleichmässige und anhaltende Temperatur zu unterhalten, und dies erreicht man dadurch, dass man die Wärme in einer Art von Canälen oder Galerien circuliren lässt, welche an den Oeffnungen der kleinen Oefen entlang geführt sind. Man beginnt damit, in dem grossen Ofen mit Dünger Feuer anzumachen, und erhält nun denselben Wärmegrad mittelst Lampen, welche man in den Gallerien anzündet. Sind die Jungen ausgekrochen, so sperrt man sie in einen viereckigen Raum, der mit dem Ofen in Verbindung steht, und hier leben sie in einer Temperatur, welche derjenigen gleich ist, die sie unter dem Bauche ihrer Mutter haben würden. Dieser Ofen ist in eine Art Hügel eingegraben; eine unerlässliche Bedingung, um eine gelinde und gleichmässige Wärme zu behalten.“ So oft man in unserer Zeit derartige Versuche wiederholt hat, hat man doch nur ungenügende Resultate erzielt; es krochen zwar einige Eier aus, aber die mutterlosen Küchel starben — vielleicht weil diese Art von Versuchen in unserem Klima besondere Schwierigkeiten hat — fast alle nach sehr kurzer Zeit.[67]) Eine neue und aus ökonomischem Gesichtspunkte wohl wichtigere Industrie ist die Fischzucht, die aus China stammen soll und erst seit wenig Jahren in Europa Beachtung gefunden hat. Der Handel mit

Fischlaich ist in China, wo die Fischer sehr sorgsam die gallertartige Materie einsammeln, welche sich auf der Oberfläche der Seen und Flüsse findet, sehr gewinnbringend. Die in Frankreich angestellten und von dem kundigen Zoologen Coste geleiteten Versuche versprechen guten Erfolg; aber die Rolle der Wärme bei diesen künstlichen Befruchtungen ist noch nicht hinlänglich festgestellt, um hier noch länger bei diesem Gegenstande zu verweilen, dessen hohe Wichtigkeit hervorzuheben übrigens überflüssig erscheint.[68])

In den einleitenden Betrachtungen zu dem vorliegenden Abschnitte haben wir einige Beispiele von Thieren, welche durch die Kälte in Scheintod verfallen und dann unter dem Einflusse der Wärme wieder ins Leben zurückgerufen werden, angeführt. Mehrere Naturforscher, unter anderm der unermüdliche Klein, haben eine grosse Zahl derartiger Beobachtungen beigebracht. Wir möchten diesen Thatsachen noch die von A. Duméril an Fröschen, welche er in eine Flüssigkeit von einer Temperatur von — 1° eingetaucht hatte, angestellten interessanten Versuche hinzufügen. Nach kurzer Zeit waren diese Batrachier steif und unbeweglich, der Athmungsprocess stand still, das Leben schien erstorben. Als Duméril einen der Frösche öffnete, fand er alle inneren flüssigen Stoffe gefroren, das Herz ausgedehnt und ohne Contractionsfähigkeit mitten in einer sehr dünnen Eishülle, die zwischen den Wänden desselben und dem Herzbeutel sich befand. Als er einen dieser Frösche, der vollständig erstarrt war, in eine Atmosphäre von 12° brachte, und zwei Stunden darin liess, zeigte sich nicht die geringste Bewegung. Er goss hierauf zuerst Wasser von 5° in kleinen Quantitäten auf ihn und dann allmälig Wasser von einer höheren Temperatur. Nach einer vollständigen Unbeweglichkeit von 15 Minuten verschwand die Steifigkeit des Körpers und der Glieder, man sah durch die Häute allmälige und regelmässige Contractionen der Herzgrube und alle Zeichen des Lebens erschienen nach und nach wieder eine nach der anderen. Nach Verlauf einer Stunde schwamm der Frosch mit hinlänglicher Leichtigkeit, und fünf Tage darauf war er ganz lebenslustig.

Maupertuis hat ähnliche Versuche mit Salamandern, Blumenbach mit Insektenlarven und Elliotson mit den Eiern der Seidenraupe angestellt. Diese kleinen Thiere haben gelebt oder sich entwickelt, nachdem sie durch Frost festgeworden und selbst wiederholt zum Gefrieren gebracht waren. Savary und Reeve haben sogar gesehen, wie Personen, die mehrere Tage unter Schnee begraben und scheinbar todt waren, durch zweckmässige Behandlung wieder ins Leben gerufen wurden, namentlich mit Hülfe einer mässigen, mit der grössten Vorsicht angewendeten Wärme, welche nur allmälig gesteigert wurde.

Man hat sich nicht darauf beschränkt der Wärme bei dem Keimen der Sämereien und bei dem Ausbrüten von Thiereiern einen grossen Einfluss zuzugestehen; man hat ihr sogar erzeugende Kräfte beigelegt. Die Stoiker dachten sich die Natur als ein kunstvolles Feuer, welches in seiner Bewegung eine erzeugende Kraft besitze; andere Philosophen, wie Posidonius, Zeno aus Cittium, Antipater in seinen Büchern über die Seele, nennen die Natur einen mit Wärme begabten Geist (*Diog. Laert., Zeno*). Heraklit von Ephesus betrachtete das Feuer als das Princip von Allem, selbst als das der Seelen, welche nach diesem Systeme nichts weiter als Feuertheilchen wären. Diese Lehre war im Alterthume fast allgemein angenommen, und man schloss hiernach (vergl. Homer, Virgil, Lucian, Ovid), dass zu ertrinken das grösste Unglück sei. Selbst der heilige Augustin sagt:*) *Spiritum corporeum voco aërem, vel potius ignem, qui pro sui subtilitate videri non potest, et corpora inferius vegetando vivificat.* Indessen kein Philosoph, kein Naturforscher hat der Wärme eine schöpferische Kraft in solchem Maasse beigemessen, als der berühmte Buffon, wobei indessen zu bemerken ist, dass schon vor ihm ein zu Rom 1603 in hohem Alter verstorbener Arzt Cesalpin behauptet hatte, dass alle Wesen, die sich heutzutage auf dem Wege der Zeugung fortpflanzten, ebenso gut auch ohne Saamen, lediglich und allein durch Wärme, die mit den Stoffen in gewissen Verhältnissen gemischt wäre, entstehen könnten; ja er sagte, dass es im Anfange der Schöpfung so zugegangen sein müsse, weil die ersten Individuen jeder Gattung nicht hätten gezeugt werden können. Auch Whiston glaubte, dass vor der Sündfluth die Erde tausendmal fruchtbarer gewesen sei, und das Leben der Menschen und Thiere zehnmal länger als jetzt gedauert habe. Nach ihm waren diese Resultate durch die innere Wärme der Erdkugel bedingt, welche, da sie damals noch ihre ganze Kraft besass, allen Wesen den zu einer längeren Dauer und übermässigen Vervielfältigung nöthigen Grad von Lebenskraft ertheilte. Zum Unglücke für dies System bestätigt es sich keineswegs, dass die Thiergattungen und der Mensch selbst in der heissen Zone länger leben, als in den kalten Regionen des Nordens.

Nach Buffon kommt jede Bildung, jede Erzeugung und selbst jede Vergrösserung auf ein Anschiessen und eine Vereinigung einer grossen Quantität von organischen, belebten Elementartheilchen hinaus. Er nimmt an, dass, wenn der grösste Theil der Wesen so eben unterginge, neue Gattungen entstehen würden, weil die organischen Partikelchen, welche unzerstörbar und immer activ sind,

*) *Science de la véritable vie.*

sich vereinigen würden, um andere organische Körper zu bilden, die folglich wie Modelle anzusehen wären. Nach ihm sind die organischen Elementartheilchen nur durch die Wärme entstanden, indem diese auf die dehnbaren Stoffe einwirkte. Auf welche andere Ursache, sagt er, könnte man denn sie zurückführen? Es giebt ja in der Natur nur ein einziges actives Element, denn die drei anderen erhalten nur durch das erstere Bewegung. Jedes Licht- und Feueratom reicht aus um eines oder mehrere Atome der Luft, der Erde und des Wassers zu durchdringen und ihnen hierdurch Activität und Leben zu ertheilen. Buffon ist der Ansicht, dass die Menge der rohen Materie stets unendlich grösser, als die der belebten Natur gewesen sei. Er sagt: Diese letztere vermindert sich und wird sich immer mehr und mehr vermindern, je mehr die Erde durch die Abkühlung ihre Wärmeschätze, die gleichzeitig die ihrer Fruchtbarkeit und allbelebenden Kraft sind, verlieren wird." (*Histoire naturelle des animaux,* ch. IX.)

Man muss erstaunen, dass dieser Philosoph die schöpferische Kraft nicht auf ihre wahre Ursache zurückführt, sondern dafür auf nichtige Hypothesen zurückkommt. Wir haben das System der spontaneen Zeugung einer Beurtheilung unterworfen; es ist daher unnöthig, die Beweise, welche hier doch derselben Art sein würden, gegen Buffon's organische Elementartheilchen zu wiederholen. Es ist zwar wahr, dass das Leben sich unter den Tropen in einer wunderbaren Grossartigkeit und Fruchtbarkeit entfaltet; aber in diesen glücklichen Gegenden ist es doch nur vorzugsweise die Grösse und der Reichthum an Pflanzenformen, wodurch der erstaunte Blick gefesselt wird, während die menschliche Race sich in den Ländern, in welchen strenge Kälte herrscht, mit nicht weniger Lebenskraft ausbreitet und sich nicht geringerer physischer und intellectueller Lebensfülle erfreut. Wenn auch einige grosse Thiergattungen, z. B. der Elephant, die Boa, der Löwe u. s. w. nur in der heissen Zone leben und sich erhalten, so finden wir dafür andere Gattungen wieder nicht ausserhalb der kalten Regionen, z. B. den Eisfuchs (*canis Lagopus*), den Eisbär, das Rennthier; die durch ihre Grösse ausgezeichneten Walle bevölkern die Polarmeere und selbst da, wo das Leben erstorben zu sein scheint, an den Küsten und auf dem Grunde des Polarmeeres, andererseits auf den Eisgipfeln der Berge, hat man mit dem Mikroskope unzählige Infusorien entdeckt, die dicke Schichten einer belebten Natur bilden, und um sich fortzupflanzen und zu leben, weder der Sonne entstammendes Licht, noch aus dieser Quelle kommende Wärme zu bedürfen scheinen.[69])

SECHSTES CAPITEL.

Von der Elektricität.

Die Alten kannten schon die besondere Eigenschaft des Bernsteins oder Agtsteins, leichte Körper anzuziehen und abzustossen. Ihre Einbildungskraft erschöpfte sich in Untersuchungen über die Natur desselben, der im Uebrigen nur als Luxusgegenstand verwendet wurde. Nach den Dichtern verdankte er seinen Ursprung den Thränen der Schwestern Phaeton's an den Ufern des Eridanus. Einige Naturforscher betrachteten ihn als ein Harz, welches zur Zeit der grössten Sonnenhitze aus Bäumen austräufelt; Philemon rechnete ihn zur Classe der Fossilien. Plinius[70]) zu Folge kommt er aus dem Marke gewisser Fichten auf den Inseln des nördlichen Oceans und derselbe fügt hinzu: „Uebrigens zieht er, wenn er durch Reibung und Wärme beseelt wird, Bast und dürre Blätter an, ganz wie der Magnetstein das Eisen." A. von Humboldt sah an den waldigen Ufern des Orenoko die Kinder eines wilden Volksstammes, welcher auf der untersten Stufe der Rohheit stand, die trockenen, platten und glänzenden Saamen eines rankenden Schotengewächses so lange reiben, bis sie Fasern von Baumwolle und Bambusrohr anzogen.[71])

Dafür dass die Römer die Wirkung der Spitzen auf den Blitz kannten, scheint folgende Stelle bei Plinius zu sprechen:*) „Die Annalen beglaubigen, dass man mit Hülfe gewisser Opfer und gewisser Gebete den Blitz herabzusteigen zwinge und dass man ihn vom Himmel erhalte." Dies geschah nach einer etruskischen Ueberlieferung, als die Stadt Volsinii und die benachbarten Gegenden durch ein Ungeheuer Namens Volta verheert wurde.**) Ihr König Porsenna rief ihn auch herab, und vor dem hat es, wie ein glaubwürdiger Schriftsteller L. Piso im ersten Buche seiner Annalen erzählt, auch Numa oft gethan. Tullus Hostilius aber, der es, jedoch mit wenig Sachkunde (*parum rite*) nachmachen wollte, wurde vom Blitze erschlagen. Lucan bezeichnet den Blitzableiter noch deutlicher:***)

> . . . Aruns dispersos fulminis ignes
> Colligit, et terra moesto cum murmure condit.

---

*) *Plin. hist. nat.*, lib. II. cp. 54.

**) Es ist ein merkwürdiger Zufall, dass da, wo bei den Alten vom Blitze die Rede ist, der Name Volta's, des berühmten Professors aus Pavia, dem man so bedeutende Arbeiten über Elektricität und namentlich die glänzende Erfindung der Säule verdankt, vorkommt.

***) *Pharsal.* I. v. 606.

Mag man übrigens im Alterthume mit elektrischen Verhältnissen auch schon vertraut gewesen sein, das Studium der Elektricität ist doch erst durch die Forschungen der neuesten Zeit, bei denen man das Wesen derselben gründlich und erfolgreich zu fassen wusste, zu seiner hohen Bedeutung gelangt. Um die elektrischen Erscheinungen zu erklären, hat man eine Flüssigkeit angenommen, welche aus zwei Elementen besteht, deren Gleichgewicht den unelektrischen Zustand bedingt, während Elektricität auftritt, sobald das eine oder das andere vorherrscht. Diese beiden Elemente hat man Glas- und Harzelektricität oder positive und negative Elektricität genannt, mit Beziehung auf die entgegengesetzten Eigenschaften, welche das Glas und die Harze besitzen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der Wärmestoff, von welchem, wenigstens im gebundenen Zustande, alle Körper durchdrungen sind, diese Flüssigkeit ist. Die Elektricität wird frei oder tritt auf bei jeder mechanischen Trennung und bei jeder chemischen Verbindung oder Zersetzung. Beccaria fand, dass alle Elektricität eines Körpers sich an der Oberfläche gesammelt, und Coulomb, dass sie durch die atmosphärische Luft daselbst festgehalten wird. Becquerel hat mittelst des Galvanometers, welches aus einer sehr schwachen, an einem umgedrehten Seidenfaden aufgehängten Magnetnadel besteht, nachgewiesen, dass in allen ungleich erwärmten Körpern, bei allen chemischen Verbindungen, bei der Berührung einer Menge von Körpern und selbst beim Durchsickern des Wassers durch eine poröse Substanz elektrische Ströme erzeugt werden. [72])

Der Diamant, der Schwefel, der Smaragd, der Topas, der Granat, der Zucker, die Weinsteinsäure, Salpetersäure, Galmei, eine grosse Anzahl von Krystallen und namentlich mehrere schwefelsaure Salze werden durch die Wärme elektrisch; aber kein Körper zeigt sich in diesem Falle in so hohem Grade elektrisch, wie der Turmalin, so dass man ihn gewissermassen mit dem Magnetsteine vergleichen könnte, denn er zieht leichte Körper an, stösst sie ab und zeigt an den Endpunkten seiner Axe zwei entgegengesetzte Pole, während er in der Mitte keine Spur von Elektricität giebt. Zerbricht man ihn quer durch, so besitzt jedes Stück wieder elektrische Polarität. Der Turmalin zeigt jedoch diese Eigenschaften nur innerhalb der Grenzen einer Temperatur zwischen 10 und 150 Grad. Beachtenswerthe Versuche über diesen Krystall haben Canton, Bergmann, Hauy und noch später Brewster und Becquerel angestellt, die Erklärung der beobachteten Erscheinungen ist indessen bis jetzt noch nicht gelungen.[73])

Die Entdeckung des Galvanismus im Jahre 1789 hat auf diesem Gebiete neue Wege eröffnet und erregte sogar eine Zeit lang die Hoffnung, das mysteriöse Lebensprincip in den Organismen zu er-

fassen. Dem berühmten Volta war es jedoch vorbehalten, die auf unvollständige Thatsachen gegründeten verführerischen Hypothesen wenigstens theilweise zu zerstören und die Bedingungen, unter welchen das von Galvani entdeckte Phänomen eintritt und die diesem entgangen waren, festzustellen. Er erkannte, dass die lebhaften Zuckungen der Frösche, wenn man die Muskeln und Nerven mittelst eines metallischen Bogens in Verbindung setzt, ihren Ursprung dem Contacte der Metalle verdankten, welche den Schliessungsbogen bilden. Nachdem wiederholte Versuche Volta das Grundphänomen geliefert hatten, dass nämlich die Metalle, und namentlich die oxydirbaren unter ihnen, Elektricität entwickeln, wurde er auf die Construction eines Apparats geführt, der aus aufeinanderliegenden Paaren von Kupfer und Zink zusammengesetzt war, welche ein feuchter Zwischenkörper trennte. Bekanntlich ist der eine Pol des Apparates immer mit Glaselektricität und der andere mit Harzelektricität geladen, und die Wirkungen sind um so intensiver, eine je grössere Anzahl von Plattenpaaren man anwendet.[74]) Wie schon bemerkt ist, kommt die Eigenschaft, Elektricität durch Berührung zu entwickeln, allen Körpern zu; doch darf man nach den Umständen, unter denen das Phänomen eintritt, die Elektricitätsentwickelung nicht etwa dem Drucke oder der Reibung zuschreiben, auch ist es nicht immer leicht bei der Berührung zweier Körper, indem sie nicht immer eine wahrnehmbare Veränderung zeigen, eine chemische Einwirkung nachzuweisen.

Die Eigenschaft des Blitzes und der verschiedenen elektrischen Agentien auf die Magnetnadel einzuwirken und eiserne Werkzeuge, die vorher keine Spur von Magnetismus gezeigt hatten, magnetisch zu machen, war schon längst bekannt; im Jahre 1819 entdeckte aber Oersted in Kopenhagen die wichtige Thatsache, dass jeder elektrische Strom auf die Magnetnadel einwirkt und eine Ablenkung hervorbringt, welche von der Richtung des Stromes und der Lage des Leiters abhängt.[74]) Die elektrischen Ströme wirken mit nicht geringerer Kraft, als die stärksten Magnete. Diese Entdeckung, deren Gesetze Biot und Savart feststellten, führte Ampère auf das Studium der Wirkungen, welche Ströme aufeinander ausüben und auf die Theorie der elektrodynamischen Phänomene.[76])

Die voltaschen Ströme erzeugen Wärme- und Lichtwirkungen von grosser Intensität. Mit einer Säule von 2000 Plattenpaaren, deren Pole mit kleinen Kohlenspitzen in Verbindung waren, erhielt Davy einen Lichtstrahl von ausserordentlichem Glanze und eine solche Hitze, dass Diamanten verflüchtigt wurden. Man hat so starke Batterien construirt, dass Metalle augenblicklich rothglühend wurden, schmolzen und sich verflüchtigten; sie erregten schreckliche

Zuckungen und konnten in ihren Wirkungen mit dem Blitzschlage verglichen werden.

Der galvanische Strom ist das Hauptagens bei den chemischen Zersetzungen. Eine der wichtigsten, nämlich die des Wassers, brachten Carlisle und Nicholson zu Stande. Wenn man zwei Platindrähte, welche mit den Polen einer Säule in Verbindung stehen, in ein mit Salzwasser oder gesäuertem Wasser gefülltes Gefäss taucht, so entwickelt sich an dem Drahte des positiven Poles Sauerstoffgas, an dem des negativen Wasserstoffgas; als Cruikshank diese Versuche mit essigsaurem Bleioxyde wiederholte, fand er, dass das Bleisalz zersetzt wurde, und dass das Blei im metallischen Zustande sich am negativen Pole niederschlug. Davy entdeckte, dass alle löslichen Salze durch die Säule zersetzt werden können, wobei die Säure am positiven, das Oxyd am negativen Pole sich sammelt. Die durch Faraday und Berzelius entdeckten Gesetze der chemischen Zersetzungen übergehen wir mit Stillschweigen; ebenso wollen wir nicht von der Galvanoplastik sprechen, die Volta sicher schon kannte, deren so merkwürdige Anwendungen man aber vor allem de la Rive und dann Jacobi, Spencer, Boquillon, Elkington, Becquerel u. a. verdankt, desgleichen nicht von Inductionsphänomenen, die Faraday im Jahre 1831 entdeckte. Obgleich durch dies Alles das Gebiet der Physik sehr erweitert worden ist, kann es uns hier doch nicht fesseln; wir müssen uns auf die atmosphärische und thierische Elektricität beschränken.

SIEBENTES CAPITEL.

Von der atmosphärischen Elektricität.

Einige Philosophen des Alterthums waren der Ansicht, die Luft könne sich in Feuer verwandeln und durch ihre eigene Bewegung entzünden. Nach Anaximenes ist der Wind die den Donner erzeugende Ursache. Seneca sagt:[77]) „Der Blitz ist Feuer; er war oft die Ursache von grossen Feuersbrünsten, ganze Wälder wurden dadurch verzehrt und Stadttheile in Asche gelegt. Das Feuer erzeugt sich in der Atmosphäre wie hienieden durch Schlag oder Reibung. Man sehe nur, mit welcher Heftigkeit die Stürme dahin rollen, mit welcher Gewalt die Wirbelwinde sich drehen.“ Während die Dichter den Blitz zu einem der Attribute des Obersten der Götter, der deshalb Jupiter tonans genannt wurde, machten, schrieb der grösste Theil der Aufgeklärten des Alterthums denselben den

irdischen Ausdünstungen oder den in der Luft enthaltenen Dünsten zu. Nach der Erfindung des Schiesspulvers durch den Mönch Roger Baco verglich man den Donner mit der Explosion der Feuergewehre; man machte ihn von der Entzündung des Salpeters, welcher in den obern Regionen der Atmosphäre schweben sollte, abhängig. Diese Ansicht war die am allgemeinsten angenommene, als gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts Otto von Guerike den elektrischen Funken beobachtete und auf das ihn begleitende Geräusch aufmerksam machte. Fast zu derselben Zeit beobachtete Dr. Wall, als er mit einem Harzcylinder Elektricität erregte, einen lebhaften Funken und ein eigenthümliches Geräusch, auf dessen Analogie mit dem Blitze und dem Donner er hindeutete. Die Erfindung der Leydner Flasche im Jahre 1746 machte diese Analogie noch viel auffallender. Nollet sagt: *) „Wenn Jemand durch eine consequente Vergleichung der Erscheinungen zu beweisen suchte, dass der Donner in den Händen der Natur dasselbe ist, als die Elektricität in den unserigen; dass eben diese wunderbaren Erscheinungen, welche wir gegenwärtig ganz nach Willkür hervorbringen können, nur kleine Nachahmungen jener grossen, von uns gefürchteten Vorgänge sind, und dass Alles von demselben Mechanismus abhängt; wenn man zeigte, dass eine Wolke, welche durch Einwirkung der Winde, Wärme, Mischung von Dünsten u. s. w. zugerichtet ist, in Gegenwart eines terrestrischen Gegenstandes weiter nichts ist, als ein elektrischer Körper in der Nähe eines nicht elektrisirten, so würde mir diese Idee, falls sie gut durchgeführt würde, wohl gefallen. Und wie viel wichtige Gründe zur Behauptung dieser Ansicht bieten sich demjenigen dar, welcher die Gesetze der Elektricität kennt? Die allgemeine Verbreitung der elektrischen Materie, die Schnelligkeit ihrer Wirkung, ihre Entzündbarkeit und ihre Fähigkeit, andere Körper zu entzünden, ihr Vermögen, Körper im Innern und Aeussern bis in die kleinsten Theile zu erschüttern, das auffallende Beispiel dieser Art in der Leydner Flasche, die Vorstellung, dass wir hier nur eine grössere Stärke der Elektricität annehmen dürfen u. s. w.; alle diese Analogien, mit denen ich mich seit einiger Zeit beschäftigte, bringen mich zu der Ueberzeugung, dass man bei Anwendung der Gesetze der Elektricität Hypothesen über das Gewitter aufstellen könnte, welche weit vernünftiger und wahrscheinlicher, als die bisher vorgetragenen wären."

Um alle Zweifel durch directe Versuche zu heben, schlug Franklin vor, die Elektricität in den Gewitterwolken mittelst hoher

*) *Leçons de physique* t. IV. p. 314. Vergl. Kämtz, Meteorologie II. S. 390.

metallener, auf einer isolirenden Basis stehender Spitzen nachzuweisen. Da ihm aber die Construction einer solchen Vorrichtung zu umständlich erschien, entschloss er sich, seine Vermuthungen mittelst eines papiernen Drachens zur Entscheidung zu bringen. Im Jahre 1752 hatte der Franzose de Romas, ohne von Franklin's Versuchen etwas zu wissen, gleichfalls die Idee, statt der aufgerichteten Stangen einen Drachen zu benutzen, in dessen Schnur er der ganzen Länge nach einen Metalldraht brachte. Er erhielt unzweideutige Zeichen von Elektricität und sogar Funken von auffallender Länge. „Stellen Sie sich", schrieb er, „den Anblick von Feuerstreifen vor, von 9 bis 10 Fuss Länge und einem Zoll Dicke, die eben so viel und noch mehr Geräusch als Pistolenschüsse machten. In noch weniger als einer Stunde erhielt ich gewiss 30 Streifen von diesen Dimensionen, ungerechnet tausend andere von 7 Fuss und darunter." Ungeachtet de Romas alle möglichen Vorsichtsmassregeln bei diesen gefährlichen Versuchen getroffen hatte, wurde er doch einmal durch einen heftigen Schlag zu Boden geworfen. Richmann in Petersburg wurde 1753 bei Versuchen an einer in sein Zimmer gehenden Auffangestange erschlagen.

Seitdem ist die atmosphärische Elektricität häufig Gegenstand der Untersuchung gewesen. Volta, Bohnenberger und Peltier haben Elektroskope construirt, um die Gegenwart derselben nachzuweisen, und Elektrometer, um ihre Stärke zu messen. Auf Veranstaltung der britischen Gesellschaft zur Beförderung der Wissenschaften ist zu Kiew unter Bonald's Direction ein Observatorium errichtet, auf welchem seit einigen Jahren von zwei zu zwei Stunden die Stärke und die Art der in der Atmosphäre enthaltenen Elektricität beobachtet wird.

Ebenso wie Glas, Harz und Schwefel ist auch trockene Luft ein sogenannter idio-elektrischer Körper und zeigt bei Reibung Elektricität. Sie ist ein um so besserer Isolator, je trockener sie ist. Feuchte Körper verhalten sich wie gute Leiter und werden durch Mittheilung elektrisch. Wasser im luftförmigen Zustande ist ein vollkommener Leiter, und ebenso ist es mit den Wolken, welche ihren Ursprung den Wasserdünsten verdanken, die von der Erde aufsteigen.

Ursachen der atmosphärischen Elektricität.

Nachdem die Erfahrung gezeigt hatte, dass die Atmosphäre, selbst bei ganz heiterem Wetter, Elektricität enthält, fragte man nach den erzeugenden Ursachen. Anfangs glaubte man sie in der Bewegung der Luft und in der Mischung der Luftschichten verschiedener Temperatur zu finden. Diese Hypothese, nach welcher hier ein rein physikalischer Vorgang vorliegt, hat immer noch Wahrscheinlichkeit

für sich. Lavoisier, Laplace und Davy versuchten zu beweisen, dass die an der Erdoberfläche vorgehenden Verbrennungsprocesse mit einer Elektricitätsentwickelung verbunden seien; aber ihre Versuche gaben keine entscheidenden Resultate. Weit später entdeckte Pouillet die näheren Umstände, welche die ersten Experimentatoren nicht beachtet hatten, und seine eigenthümlichen Versuche liessen über die Richtigkeit hiervon keinen Zweifel mehr übrig. So wird beim Verbrennen von Kohle ein stets positiv elektrischer Strom von Kohlensäure erregt, während die Kohle sich negativ zeigt; beim Verbrennen von Wasserstoffgas wird dies negativ elektrisch und der Sauerstoff positiv. Volta und de Saussure hatten die Verdunstung als eine Ursache der atmosphärischen Elektricität angesehen; aber Pouillet gebührt auch hier das Verdienst durch entscheidende Versuche den Nachweis geliefert zu haben, dass der Vegetationsprocess und die Verdunstung die beiden Hauptquellen sind.

Indem Pouillet Pflanzen in isolirten Kapseln und in einer hinreichend trockenen Atmosphäre keimen liess, konnte er die während des Vegetationsprocesses vorgehenden elektrischen Verhältnisse feststellen und so gelangte er zu folgendem allgemeinen Gesetze: Sobald sich Sauerstoff mit einem anderen Körper verbindet, entwickelt sich Elektricität und zwar wird der Sauerstoff stets positiv und der Körper, welcher mit ihm eine Verbindung eingeht, negativ. Becquerel jedoch*) hat beobachtet, dass die Pflanzen unter dem Einflusse des Lichtes die Kohlensäure zersetzen und sich den Kohlenstoff aneignen, während in der Dunkelheit gerade das Umgekehrte stattfindet. Hiernach ist es wahrscheinlich, dass die Pflanzen bei Tage Harzelektricität und während der Nacht Glaselektricität entwickeln.

In einer zweiten Abhandlung über den Ursprung der atmosphärischen Elektricität hat Pouillet gezeigt, dass die Körper, wenn sie ihren Aggregatzustand ändern, niemals Spuren von Elektricität geben; dass aber sofort solche auftritt, sobald sich in der Auflösung einige chemische Elemente finden, die sich ausscheiden. Da nun bei jeder Verdunstung, die auf dem Festlande sowohl als auf dem Meere vor sich geht — und dies geschieht ohne Unterbrechung — eine chemische Ausscheidung eintritt, so findet folglich eine fortwährende Elektricitätsentwickelung statt. Bei alkalischen Auflösungen besitzt der Wasserdunst negative und das Alkali positive Elektricität; bei sauren Auflösungen ist es umgekehrt: das Wasser ist positiv und der Rückstand negativ. **) [79])

*) *Traité de l'électricité* t. IV. chap. 5.

**) *Ann. de phys. et de chim.* t. XXXV. p. 404 et t. XXXVI. p. 1.

Aus diesen Thatsachen folgt, dass die Wasserdünste und die durch den Verbrennungsprocess entwickelte Kohlensäure die elektrische Flüssigkeit aus der Erde in die Atmosphäre führen. An einem offenen Orte und unter freiem Himmel ist diese Elektricität fast immer positiv und ihre Intensität steigt in dem Verhältnisse, in welchem man sich über die Erdoberfläche erhebt; aber ein Luftzug, einige vorüberziehende Wolken und selbst ein entferntes Gewitter verwandeln sie plötzlich in negative Elektricität. Ueberdies herrschen oft in sehr nahe gelegenen Gegenden entgegengesetzte Zustände, während wieder an anderen ganz nahen die elektrische Spannung fast Null ist. Doch darf man selbst dann, wenn das Elektroskop auch keine Spur von Elektricität zeigt, nicht schliessen, dass die Luft im neutralen Zustande sei; denn wendet man in solchem Falle einen empfindlichen Condensator an, so überzeugt man sich vom Gegentheile. Im Jahre 1753, wo 6 Monate lang eine grosse Trockenheit herrschte, während welcher nur selten sich einige Wolken an dem Himmel zeigten, wies Lemonnier Tag für Tag das Vorhandensein der Elektricität in der Atmosphäre nach. Im Innern der Städte, auf den Brücken und auf den freien Plätzen findet man einige Spuren von Elektricität; aber in den Strassen und namentlich in den Häusern ist sie so gut wie Null. Dass die Elektricität steigt, je höher man sich über die Erdoberfläche erhebt, haben wir vorher schon bemerkt; auf einer freien Fläche ist sie schon in einer Höhe von 3 bis 5 Fuss Höhe über dem Boden merklich.

Atmosphärische Elektricität nach den Tages- und Jahreszeiten.

Die Elektricität der Luft hat nicht immer denselben Grad der Stärke zu allen Tages- und Jahreszeiten und ohne Zweifel auch nicht in allen Gegenden des Erdballes. Nach Schübler[79]) ist die atmosphärische Elektricität bei Sonnenaufgang schwach; sie fängt langsam zu steigen an, wenn sich die Sonne mehr über den Horizont erhebt, während sich gewöhnlich gleichzeitig die in den tieferen Luftschichten schwebenden Dünste vermehren. Gewöhnlich steigt die Elektricität unter diesen Umständen einige Stunden, an den längeren Sommertagen bis gegen 6 oder 7 Uhr, im Frühlinge und Herbste oft bis gegen 8 und 9 Uhr, im Winter bis gegen 10 und 11 Uhr. Nach und nach erreicht sie ihr Maximum; gleichzeitig sind die unteren Luftschichten oft sehr dunstig, die Luft nimmt an Feuchtigkeit zu und die Temperatur des Thaupunktes liegt höher als beim Sonnenaufgange, in der kälteren Jahreszeit tritt oft wirklicher Nebel ein. Gewöhnlich bleibt die Elektricität nur kurze Zeit auf diesem Maximum stehen, sie vermindert sich wieder, anfangs schneller, dann langsam, gewöhnlich schneller, als sie zuvor stieg; gleichzeitig vermindern sich die dem Auge sichtbaren Dünste in den unteren Luftschichten, die Atmosphäre

wird heiterer. Gegen 2 Uhr Nachmittags ist die atmosphärische Elektricität gewöhnlich schon sehr schwach, oft nur wenig stärker, als in der Frühe kurz nach Sonnenaufgang; sie vermindert sich nun noch langsamer bis einige Stunden vor Sonnenuntergang, im Sommer bis gegen 4 bis 5 und 6 Uhr, im Winter bis gegen 3 Uhr; sie bleibt verhältnissmässig länger auf ihrem Minimum als Maximum. Sobald sich die Sonne dem Horizonte nähert, fängt sie wieder zu steigen an, mit Untergang der Sonne nimmt sie gewöhnlich sehr merklich zu, steigt nun mit Eintritt der Abenddämmerung immer mehr und steht nun gewöhnlich $1^1/_2$ bis 2 Stunden nach Sonnenuntergang auf ihrem zweiten Maximum; gleichzeitig bilden sich auf's Neue Dünste in den unteren Schichten der Atmosphäre, es fällt der Abendthau. Gewöhnlich ist die Elektricität während ihres zweiten Maximums wieder nahe so stark wie einige Stunden nach Sonnenaufgang; auch auf diesem zweiten Maximum bleibt sie nur kurze Zeit stehen, sie wird bald wiederum schwächer und vermindert sich die Nacht hindurch langsam bis gegen Sonnenaufgang.

Man weiss, in welchen Jahreszeiten sich die Gewitterwolken am gewöhnlichsten bilden, und es fragt sich nun, ob ihre grössere oder geringere Anzahl mit der grösseren oder geringeren Intensität der atmosphärischen Elektricität im Verhältniss steht. Nach Scoresby finden sich in dem Polarmeere nie Anzeigen von Elektricität. Aber ist es gestattet, eine solche Behauptung ohne Controlle zuzugeben, und muss man sie nicht vielmehr der Ungenauigkeit in der Beobachtung, namentlich den weniger empfindlichen Elektroskopen, und der vorgefassten Meinung, dass aus dem Mangel von Gewittern auf einem unelektrischen Zustand der Atmosphäre zu schliessen sei, zuschreiben? Die Mehrzahl der Beobachtungen von Biot, Arago, Quetelet, Schübler, Kämtz u. a. beweist, dass die Elektricität bei heiterem Wetter im Winter stärker ist, als im Sommer, wenigstens in unseren Klimaten.

Die Untersuchungen des Dr. Turley zu Worcester zeigen ebenfalls, dass diese Intensität ihr Maximum im Winter und Herbste erreicht. Folgendes sind die Resultate seiner Beobachtungen:

Monatliche Veränderung der Elektricität.

	1845	1846	1847	1848	Mittel.
Januar	471^0	562^0	957^0	487^0	605^0
Februar	548	256	413	294	378
März	262	95	282	164	200
April	93	94	221	155	141
Mai	163	39	67	59	84
Juni	51	39	47	48	47

	1845	1846	1847	1848	Mittel.
Juli	58	33	45	61	49
August	89	57	11	64	78
September	95	62	39	63	82
October	299	98	107	120	188
November	334	274	169	152	282
December	742	799	356	281	669

Peltier behauptet, dass die Atmosphäre bei heiterem Wetter gar nicht elektrisch sein könne, und stützt sich bei der von ihm aufgestellten Theorie, die freilich mit den Erfahrungen einer grossen Anzahl von Naturforschern im Widerspruche steht, auf folgende Thatsachen. Wenn man auf einem völlig freien Platze, der höher liegt, als alle in der Nähe befindlichen Gegenstände, ein Elektrometer, welches eine Auffangestange von 4 Decimetern hat und am Ende derselben eine polirte Metallkugel von 3 bis 4 Centimeter Halbmesser trägt, aufstellt, so hängen die Goldblättchen gerade herab und zeigen auf Null. Das Instrument bleibt auf diesem Gleichgewichtsstande den ganzen Tag hindurch, wenn man es in freier Luft lässt, und zeigt nicht eine Spur von Elektricität. Man kann es sogar lebhaft hin und her bewegen und es bleibt auf Null stehen, wenn man es nur in derselben Höhe hält; aber sobald man es auch nur einige Decimeter über die Luftschicht erhebt, in welcher es sich befindet, sieht man sofort die Goldblättchen auseinander weichen und Glaselektricität anzeigen; bringt man es unter die Schicht, in welcher Gleichgewicht stattfand, so gehen die Blättchen wieder auseinander und laden sich mit Harzelektricität; stellt man das Instrument auf seinen ursprünglichen Platz, so fallen die Blättchen auf den Nullpunkt zurück und zeigen, obgleich dies eben der Fall war, keine Spur von Elektricität. Peltier schliesst hieraus, dass die Luft mit dem Instrumente gar nichts gemein hat, und dass die Anzeigen desselben nur Folge einer neuen Vertheilung der Elektricität sind, welche die Auffangestange im Gleichgewichtsstande hatte, so dass es Aeusserungen elektrischer Vertheilung sind, die in einem Körper eintritt, welchen man einem anderen mit freier Elektricität geladenen näher oder entfernter bringt.

Peltier macht auf die geringe Zuverlässigkeit des Volta'schen Elektrometers aufmerksam; aber nach ihm wird durch die polirte Metallkugel, welche er auf der Auffangestange des Instrumentes befestigt, jede Fehlerquelle vermieden. Er bemüht sich zu beweisen, dass Dampf, der bei einer Temperatur unter 110° erzeugt ist, niemals freie Elektricität enthalte, und dass sich diese nur bei einer Temperatur über 110° bilde, so dass, da diese Temperatur niemals die der Erdoberfläche ist, die elektrischen Dünste, welche

von derselben aufsteigen, nach demselben nicht von der einfachen Verdunstung der salzigen oder süssen Gewässer entstehen könnten.

Da nun die Elektricität der Wolken und Nebel nicht bestritten werden kann, so sucht Peltier den Ursprung derselben in Folgendem. Da der Erdball mit Harzelektricität geladen ist, so muss der von ihr aufsteigende Dunst wie sie selbst harzelektrisch sein; da aber durch die ununterbrochene Thätigkeit des Erdballes die Harzelektricität nach den oberen Schichten getrieben wird, werden die unteren natürlich glaselektrisch. Hierbei erfolgt die neue Vertheilung der Flüssigkeiten um so leichter, je höher ihre Dichtigkeit steigt, so dass das Elektrometer, welches zu Mittag fast aufgehört hatte, elektrische Anzeigen zu geben, wieder gegen Abend mit seinen Anzeigen beginnt, und die Dünste in den unteren Schichten durch Vertheilung glaselektrisch, die oberen mehr harzelektrisch werden. Während der Nacht schlagen sich die ersteren als Thau nieder und die Menge der glaselektrischen Dünste nimmt ab; die Dünste in den oberen Schichten sind nicht mehr so gebunden und gegen Morgen giebt das Elektrometer noch schwächere Anzeigen, als Tags vorher am Abende.

Nach Sonnenaufgang gehen die durch die nächtliche Abkühlung condensirten Dünste von Neuem in den elastischen Zustand über. Da sie zwischen der harzelektrischen Erde und dem glaselektrischen Raume ihre Stelle einnehmen, so erhalten sie bei ihrem Aufsteigen eine starke harzelektrische Spannung und die ihnen nachfolgenden Dünste werden nun, da sie durch die erstere geschwächt sind, im Verhältniss zum Erdballe und zu unseren Instrumenten glaselektrisch. Die glaselektrischen Schichten, welche gegen den Erdboden hingezogen werden, wirken durch ihre grosse Nähe auf das Elektrometer und bewirken oft einen zweiten Thauniederschlag, bis endlich die stärkere Wirkung der Sonne neue harzelektrische Dünste aufwärts treibt, welche auf unsere Instrumente wie am vorhergehenden Tage wirken und die ohne Unterbrechung anhaltende Wirkung des Erdballes schwächen.

Nach Peltier zeigt jeder Tag diese Erscheinungen fast in derselben Reihenfolge, oft nur nicht so einfach. Die durch die Sonnenwärme erzeugten oder durch die nächtliche Abkühlung niedergeschlagenen Dünste sind es also, welche im Vereine mit der Wirkung des Erdballes die Vertheilung der Elektricität bestimmen; die zuerst aufsteigenden Dünste sind harzelektrisch, die späteren durch Einfluss der ersteren glaselektrisch, und indem sie sich durch die niedere Temperatur der Luft verdichten, bilden sie die verschiedenen undurchsichtigen Wolken. Peltier ist es gelungen nachzuweisen, dass alle grauen und schieferfarbigen Wolken mit Harzelektricität, und

alle weissen, röthlichen und orangenfarbigen mit Glaselektricität geladen sind. *)

Elektricität der Luft während des Regens und Nebels.

Ein gelinder und anhaltender Regen zeigt keine Spur von Elektricität; aber Platzregen und starke Schneefälle geben in der Regel der Bildung von Elektricität, die bald glas-, bald harzelektrisch ist, Gelegenheit. Nach Schübler's Beobachtungen stehen im südlichen Deutschland die glaselektrischen Regen zu den harzelektrischen in dem Verhältnisse von 100 : 155. Auch hat die Windrichtung auf die Art der Elektricität grossen Einfluss, und zwar sind die Regen am häufigsten glaselektrisch bei Nordwinden, am häufigsten harzelektrisch bei Südwinden. Der Ursprung und das Vorwalten der Harzelektricität in den Regentropfen ist noch nicht auf genügende Weise erklärt.

Man hat bemerkt, dass im Allgemeinen die elektrische Spannung zu der Zeit, wo der Thau sich bildet, bedeutend steigt, und dass dann Glaselektricität vorwaltet. Saussure versichert, dass er niemals Nebel ohne merkliche Elektricitätsentwickelung gesehen habe, und zwar sei sie um so stärker, je dichter der Nebel wäre. Nach Schübler's Beobachtungen ist unter diesen Verhältnissen die Elektricität fast immer glaselektrischer Natur. Nach den Untersuchungen von Kämtz ist dieser Punkt jedoch noch keineswegs entschieden, denn nach ihm wäre die Luft bei heiterem und feuchtem Wetter stärker elektrisch, als während der Nebel. Selbst auf den Alpen, wo eine starke positive Elektricität herrschte, sah er bei Annäherung der Wolken die Intensität abnehmen; sie wurde fast Null, wenn er in dieselbe eingehüllt war. Es verlangen also diese verschiedenen Ansichten noch eine wiederholte Prüfung.

Bisweilen hat man gesehen, dass die Regentropfen, die Hagelkörner und die Schneeflocken beim Herabfallen zur Erde oder selbst bei ihrem Zusammenschlagen mitten in der Luft Licht erzeugen. Arago [80]) hat aus verschiedenen Schriftstellern für dies Phänomen mehrere authentische Beispiele gesammelt. In einem Briefe an Mairan theilt Don Hallai (Prior der Benedictiner in Lessay) Folgendes mit: „Am 3. Juni 1731 gegen Abend war es während eines ausserordentlichen heftigen Gewitters, als ob allenthalben Tropfen geschmolzenen und glühenden Metalles herabfielen." „Ich habe zweimal gegen Abend", schrieb Bergmann an die königliche Societät zu London, „ohne dass es witterte, Regen beobachtet, bei welchem alles, was er traf, funkelte, so dass die Erde wie mit feurigen Wogen bedeckt schien." Auch sagt er, dass er dasselbe Phänomen bei starken Schnee-

*) *Comptes rendus de l'Académie des sciences de* 1838 *à* 1842.

fällen beobachtet habe. Bei einem Regengusse, welcher nach einem drückend heissen Tage am 22. September 1773 in Schweden fiel, schien den Nachrichten zufolge jeder Tropfen, so wie er auf die Erde fiel, zu glühen. Als am 28. October 1772 um 5 Uhr Morgens der Abbé Bertholon von einem Gewitter überrascht wurde, sah er dass der Regen und die Hagelkörner, welche die metallenen Stellen des Sattels seines Pferdes trafen, leuchtende Strahlen erzeugten. Die Bergleute in Freiberg erzählten dem Lampadius, dass am 25. Januar 1822 die während eines Gewitters fallenden Graupeln geleuchtet hätten. Das bei diesen verschiedenen Beobachtungen erzeugte Licht ist offenbar elektrischen Ursprungs.

St. Elmsfeuer.

Im Alterthume machte man keinen Unterschied zwischen Sternschnuppen und elektrischen Feuern. Seneca sagt:[81]) „Die Seeleute halten es für Vorbedeutung des Sturmes, wenn viele Sternschnuppen sind .... Bei einem grossen Sturme sieht man sie wie Sterne auf den Segeln sitzen: *In magna tempestate apparent quasi stellae velo insidentes*... Die Seeleute glauben alsdann, dass Kastor und Pollux ihnen in der Gefahr Hülfe leisten ... Bisweilen fliegen diese Wetterlichter immer fort, ohne sich fest zu setzen. Als Gylippus nach Syrakus zog, sah er einen Stern gerade auf seiner Lanze still stehen.“ Cäsar[82]) erzählt in seiner Beschreibung des afrikanischen Krieges, dass in einer Gewitternacht, während welcher viel Hagel fiel, die Eisenspitzen an den Wurfspiessen der fünften Legion flammten. Bei Titus Livius liest man, dass der Wurfspiess, mit welchem Lucius Atreus seinen in das Heer eintretenden Sohn zu bewaffnen im Begriffe stand, länger als zwei Stunden Flammen ausstrahlte, ohne von ihnen verzehrt zu werden. Plinius hat selbst ähnliche Scheine auf den Lanzenspitzen von Soldaten gesehen, welche während der Nacht auf den Wällen Schildwache standen. Plutarch erzählt eine Menge von Beispielen solcher Lichterscheinungen, von denen wir nur folgendes erwähnen wollen. In dem Augenblicke, als die Flotte des Lysander den Hafen von Lampsacus verliess, um die Flotte der Athenienser anzugreifen, setzten sich die Feuer, welche man die Sterne des Kastor und Pollux nennt, auf beide Seiten des Kriegsschiffes des lacedämonischen Admirals. Im Alterthume wurden diese leuchtenden Meteore als Vorbedeutungen angesehen und von den Geschichtschreibern gewissenhaft gesammelt. Eine einzige Flamme wurde als ein drohendes Zeichen betrachtet und hiess Helene; zwei Flammen hiessen Kastor und Pollux und bedeuteten günstiges Wetter und glücklichen Erfolg. Heutzutage kennt man diese Meteore unter den Namen St. Elmsfeuer, und bisweilen nennt man sie auch St. Nicolasfeuer, St. Clarasfeuer oder

St. Helenensfeuer Die Sitten und der Glaube ändern sich, aber die abergläubischen Ideen pflanzen sich fort von Jahrhundert zu Jahrhundert, weil nun einmal, wie Lucretius sagt, der menschliche Geist fabel- und wundersüchtig ist. Der Sohn des Christoph Columbus sagt: „Die Seeleute halten es für ausgemacht, dass die Gefahr eines Sturmes vorüber ist, sobald sich das St. Elmsfeuer zeigt. Auf der zweiten Reise des Admirals donnerte und regnete es in einer Octobernacht des Jahres 1493 sehr stark, als sich das St. Elmsfeuer auf dem Toppmaste in Gestalt von sieben Kerzenflammen zeigte. Die Schiffsmannschaft ergoss sich bei dieser wunderbaren Erscheinung in Gebeten und Gelübden.“ Herrera erzählt, dass die Matrosen des Magellan demselben Aberglauben anhingen. Er sagt: „Während der grossen Stürme zeigte sich das St. Elmsfeuer an den Spitzen des Toppmastes in Gestalt bald einer, bald zweier Kerzenflammen. Diese Erscheinungen wurden mit Jubelgeschrei und Freudenthränen begrüsst.“ Folgende, den Memoiren Forbin's entlehnte Stelle enthält einen ganz besonders merkwürdigen Fall dieses Phänomens: „Im Jahre 1696 wurde auf der Höhe der Balearen die Nacht auf einmal stockfinster und fürchterliche Blitze und schreckliche Donner brachen los, so dass ich aus Besorgniss vor einem grossen Seesturme, der uns bedrohe, alle Segel einziehen liess. Da sahen wir auf dem Schiffe über dreissig St. Elmsfeuer. Eines befand sich auf der Spitze der Flaggenstange des grossen Mastes und war von mehr als anderthalb Fuss Länge. Ich schickte einen Matrosen hinauf, um es herabzuholen. Als dieser oben angekommen war, rief er, das Feuer mache ein Geräusch, wie wenn man angefeuchtetes Pulver anzünde. Ich befahl ihm, die Flaggenstange abzunehmen und herunterzubringen; aber kaum hatte er sie von ihrer Stelle genommen, so verliess das Feuer die Stange, setzte sich auf das Ende des grossen Mastes und konnte auf keine Weise davon entfernt werden. Es blieb dort lange Zeit und verschwand, indem es sich nach und nach verzehrte.“

Arago,[83]) welcher diese Thatsachen in seiner Schrift über das Gewitter aufgenommen hat, fügt noch eine ziemliche Anzahl hinzu, die nicht minder beachtenswerth sind. Fynes Moryson, Secretär des Lord Montjoy, erzählt, dass am 23. December 1601 bei der Belagerung von Kingsale der Himmel von Blitzen ohne Donner durchzuckt sei und dass die auf Wachposten stehenden Reiter auf den Spitzen ihrer Lanzen und Degen leuchtende Flammen gesehen hätten. Als von Thielau am 25. Januar 1822 sich während eines starken Schneefalles auf dem Wege nach Freiberg befand, bemerkte er, dass die Spitzen der Zweige aller am Wege stehenden Bäume leuchtend waren.

An den Spitzen eines Thurmes zu Naumburg in Deutschland

soll das St. Elmsfeuer sich oft zeigen. Lichtenberg bemerkte im August 1768 eine ähnliche Flamme auf dem St. Jacobsthurme zu Göttingen. Mongez beobachtete am 22. Januar 1728 während eines von Regen und Hagel begleiteten heftigen Gewitters flammende Büschel auf mehreren der höchsten Punkte der Stadt Rouen. Sauvan theilte mit, dass er am 22. Juli 1783 während einer stürmischen Nacht drei Viertelstunden lang einen Lichtkranz um die Kuppel des Kirchthurms der Grands-Augustins zu Avignon gesehen habe. Binou, Pfarrer zu Plauzot, versichert, dass er seit 27 Jahren bei jedem starken Gewitter die drei Spitzen des Thurmkreuzes wie in Flammen eingehüllt erblickt habe.

Zwei Naturforscher des 15. Jahrhunderts, Aldrovande aus Bologna und Hermolao Barbaro aus Venedig erzählen, dass sie bisweilen in beträchtlicher Höhe schwebende Raben gesehen hätten, aus deren Schnabel während eines Gewitters ein lebhaftes Licht ausgeströmt sei. Guéneau (aus Montbéliard) fügt hinzu, dass eine derartige Beobachtung vielleicht Veranlassung gegeben habe, den Adler zum Träger des Blitzes zu machen.

Die Existenz des St. Elmsfeuers, welches sich unter der Form glänzender Funken, leuchtender Büschel oder flammender Kugeln zeigt, kann man hiernach nicht in Zweifel ziehen. Es zeigt sich ebenso häufig im Winter, wie in den anderen Jahreszeiten, und ist ein Beweiss für einen weitverbreiteten elektrischen Zustand. Doch ist die atmosphärische Elektricität in dieser Gestalt durchaus gefahrlos; sie leuchtet, aber brennt nicht (*elle brille et ne brûle pas*). Man muss sich wundern, dass diese Erscheinungen sich nicht häufiger an den Spitzen leitender Körper zeigen, die in der Nähe von Gewitterwolken sich befinden, namentlich an Kirchthurmspitzen und an den Stangen der Wetterfahnen, die auf so vielen Häusern angebracht sind; aber dies liegt, wie Arago bemerkt, wohl nur daran, dass man eben zu solchen Zeiten nicht auf die Spitzen an hohen Gebäuden achtet. [84])

ACHTES CAPITEL.

Von den elektrischen Erscheinungen bei Gewittern.

Arago verdanken wir eine in dem Jahrbuche des Längenbureaus (*l'Annuaire de bureau des longitudes*) für 1838 abgedruckte reichhaltige Schrift über das Gewitter. [85]) Der in dieser Arbeit behandelte Gegenstand war von Franklin noch keineswegs erschöpft, und daher findet man in der That in derselben eine grosse Menge

von Beobachtungen, durch welche seit der Entdeckung des berühmten Amerikaners, von welchem Turgot so schön und bezeichnend sagt:

Eripuit coelo fulmen, sceptrumque tyrannis,

die Wissenschaft bereichert worden ist.

Im Französischen braucht man die Ausdrücke „foudre und tonnerre" oft ohne Unterschied; man muss jedoch, wenn man das Phänomen genau analysirt, den Blitz (l'éclair), den Blitzschlag (la foudre) und den Donner (le tonnerre) unterscheiden und mit Blitz das blosse Auftreten des Lichtes, mit Donner das Geräusch und mit Blitzschlag den Funken selbst, also das elektrische Feuer bezeichnen. Der Versuch mit dem Drachen hat erwiesen, dass die Wolken bisweilen sich im neutralen Zustande befinden; gewöhnlich aber sind eine glas-, andere harzelektrisch. Die gleichartig elektrischen Wolken stossen sich ab; die ungleichartigen ziehen sich an und vereinigen sich in eine. Gewöhnlich bilden sich die Gewitter aus kleinen Wolken, welche aus allen Himmelsgegenden sich sammeln und durch den Niederschlag der in der Atmosphäre enthaltenen Dünste sich noch verdichten. Die ersten Wolken treten als Federwolken (cirrhus) auf, gehen aber schnell in die federige Haufenwolke (cirrho-cumulus) über und bilden schliesslich eine geschichtete Haufenwolke (cumulo-stratus) von dichter und compakter Masse. Die Farbe der Gewitterwolke ist am häufigsten dunkelgrau; am Rande ist sie scharf begrenzt. Fast nie bricht der Blitz aus einer Wolke hervor, welche den ganzen Himmel einförmig und regelmässig bedeckt.

Nach Franklin kann eine einzelne Wolke keine Gewitterwolke sein, womit auch de Saussure übereinstimmt, welcher bei seinen häufigen Ausflügen in die Gebirge niemals ein Gewitter sich anders, als durch das Zusammentreffen oder den Conflict zweier oder mehrerer Wolken hat bilden sehen. Er sagt: „So oft wir bei unserem Aufenthalte auf dem Col du Géant in der Luft oder um den Gipfel des Montblanc nur eine einzige Wolke, wie dicht und dunkel sie auch erscheinen mochte, wahrnahmen, donnerte sie nicht; sobald aber zwei Wolkenschichten, eine über der anderen, sich bildeten, oder wenn Wolken aus den Ebenen oder Thälern aufstiegen und diejenigen erreichten, welche die Gipfel bedeckten, wurde ihr Zusammentreffen durch Windstösse, Donnerschläge, Hagel und Regen bezeichnet."

Diese Ansichten ergeben sich indessen als einseitig und nicht stichhaltig und werden durch eine ziemlich grosse Anzahl von Fällen widerlegt. Bergmann sah mit eigenen Augen den Blitz aus einer kleinen Wolke in einen Kirchthurm einschlagen, während sonst der Himmel vollkommen klar war. Duhamel du Monceau ist von einem ganz gleichen Falle Zeuge gewesen. Ebenso erzählt Marcorelle von Toulouse, dass am 12. September 1747, während der

Himmel hell und vollkommen heiter war, mit Ausnahme einer einzigen kleinen Wolke, der Blitz plötzlich hervorbrach und eine Frau Namens Bordenave tödtete.

Nach Kämtz muss man den Gewitterwolken, da sie sich immer aus der Federwolke (cirrhus) entwickeln, eine grosse Höhe zuschreiben. Sie ziehen oft über hohe Bergketten hinweg, erheben sich über den Gipfel des Montblanc (15325 Fuss) und überschreiten den Gipfel des Finsteraarhorns, ebenso wie die silberfarbigen Felsen der Jungfrau. Auf den Alpen hat er niemals unter sich ein Gewitter sich bilden sehen, so dass er die Erzählung der Reisenden in Zweifel zieht, welche bei ihrer Anwesenheit auf der Spitze des Brocken (4632 Fuss) oder auf Bergen von noch geringerer Höhe dergleichen unter sich gesehen zu haben versichern. d'Abbadie jedoch, welcher in Aethiopien mit Hülfe guter Instrumente die Höhe der Gewitterwolken gemessen hat, fand in diesem Lande die mittlere Höhe: am 15. Februar 1844 zu 6487; am 12. Februar 1844 zu 6440; am 26. October 1843 zu 3463 und am 20. October 1847 zu nur 675 Fuss.

De l'Isle, Mitglied der Academie der Wissenschaften zu Paris, berechnete die Höhe einer Gewitterwolke auf 25743 Fuss, eine Höhe, welche Arago für wohl möglich hält. Der Abbé Chappe hat am 13. Juli 1761 zu Tobolks Gewitterwolken in 11055 Fuss Höhe gesehen; v. Humboldt fand zu Toluca in 14720 Fuss Höhe vom Blitze erzeugte Verglasungen; de Saussure desgleichen auf dem Montblanc bei 15325 Fuss Höhe; Ramond bei 10864 Fuss auf dem Mont Perdu und bei 9350 Fuss auf dem Pic du Midi. Bouguer und la Condamine wurden auf dem Pichincha in einer Höhe von 15510 Fuss von einem heftigen Gewitter überrascht und ebenso beide de Saussure, Vater und Sohn, auf dem Col du Géant in einer Höhe von 11060 Fuss.

Wenn es auch unbestreitbar erscheint, dass in der Mehrzahl der Fälle die Gewitterwolken sich in einer grossen Höhe befinden, so wird man doch berechtigt sein, anzunehmen, dass es nicht immer so ist; denn da der Schall in der Secunde 1080 Fuss durchläuft, so hat man durch Messung des Zeitraumes zwischen dem Blitze und der Ankunft des Donners aus den verstrichenen Secunden die Entfernung der Gewitterwolken berechnen können. Bei mehreren sehr genauen Beobachtungen hat sich hierbei eine Höhe von 2500 und 930, einmal sogar von nur 680 Fuss ergeben.

Geographische Vertheilung der Gewitter und ihr Vorkommen nach den Jahreszeiten.

Nach Plinius donnert es niemals in Aegypten und nach Plutarch ebensowenig in Abyssinien,[86]) doch wissen wir jetzt, dass sich der Donner bisweilen zu Cairo und oft in Abyssinien hören

lässt. Haben diese Geschichtschreiber etwa Ober-Aegypten und einige andere Länder Afrikas gemeint, in denen der Regen unbekannt ist, und wo man folglich den Donner niemals hört? Ebenso regnet es niemals in Unter-Peru, so dass die Bewohner von Lima weder Donner noch Blitz kennen.

Als im Jahre 1773 Capitain Phipps vom Ende Juni bis Ende August in den Meeren um Spitzbergen segelte, hörte er während dieser Zeit nicht ein einziges Mal den Donner und sah es auch nicht ein einziges Mal blitzen. Scoresby sah auf seinen zahreichen Fahrten in den Polarmeeren es nur zweimal jenseits des 65. Breitengrades blitzen und nie hat er es donnern gehört. Das Schiff Hekla hat niemals in den Eismeeren um Spitzbergen ein Gewitter erlebt. Bei dem Versuche, welchen Capitain Parry im Jahre 1827 machte, den Nordpol zu erreichen, — vom 25. Juni bis zum 10. August, zwischen 81° 15′ und 82° 44′ nördlicher Breite — sah er nie einen Blitz, hörte er nie den Donner. Seine meteorologischen Tabellen auf der Reise nach der Baffinsbai, der Barrowstrasse und der Melville's Insel liefern dasselbe Resultat. Im Jahre 1818, vom Anfang Juni bis Ende September, erwähnt der Capitain Ross weder eines Donnerschlags, noch eines Blitzes in der Davisstrasse oder der Baffinsbai zwischen 64° und $67^1/_2$ n. Br. Capitain Franklin jedoch hörte im Fort Franklin unter $67^1/_2{}^0$ n. Br. am 29. Mai und 11. September 1826 den Donner. Während seiner mühevollen Expedition in die nördlichen Gegenden Amerika's erlebte Capitain Bach, Anfangs August 1834, ein heftiges Gewitter mit Blitzen und Donner auf Cap Ogle unter $68^1/_2{}^0$ n. Br. Gisecke hörte während eines sechsjährigen Aufenthaltes in Grönland unter 70° n. Br. nur ein einziges Mal den Donner. Island wird oft als ein Land angeführt, in welchem es niemals donnert; doch verzeichnete der Dr. Thortensen, der Arago seine schätzbaren meteorologischen Beobachtungen, welche er zu Reikiavik (65° 1′) zwei Jahre lang angestellt hatte, mittheilte, den 30. November 1833 als einen Tag, an dem es gedonnert hat, aber allerdings als den einzigen Tag. Nach allen diesen Zeugnissen hielt sich Arago zu der Behauptung berechtigt, dass es auf hoher See oder auf den Inseln jenseits 75° n. Br. niemals donnert. Wir müssen indessen hinzufügen, dass von Baer bei Novaja Semlja unter 73° n. Br. Zeuge eines Gewitters gewesen ist, und dass ein Jahrhundert vorher Kirstinina auf derselben Insel ebenfalls dreimal den Donner gehört hat. Ebenso glauben die drei von den vier Schiffbrüchigen an der Ostküste von Spitzbergen (gegen 75° n. Br.), welche 6 Jahre und 3 Monate auf diesem unwirthlichen Lande verweilten, einmal während dieses langen Zeitraumes es donnern gehört zu haben. Vielleicht sind sie aber durch das Getöse einer Lawine getäuscht worden.

Aus vorstehenden Thatsachen geht wenigstens das Resultat hervor, dass in hohen Breiten die Gewitter äussert selten sind. Sie werden etwas häufiger, je näher man dem Aequator kommt; in keiner Gegend aber sind die Entladungen so häufig und so heftig, wie unter den Tropen. Arago und Kämtz haben in Bezug auf die geographische Vertheilung der Gewitter eine Zusammenstellung versucht; doch sind die Angaben noch zu unvollständig.

Anzahl der Gewitter in verschiedenen Ländern.

Nertschinsk in Sibirien (51° 5′ n. Br.) .	2	(Kämtz).
Söndmör in Skandinavien	3,9	ders.
Bergen (60° 20′ n. Br.)	5,8	ders.
Irkutzk (52° 16′ n. Br.)	8	ders.
Stockholm (59° 20′ n. Br.)	9,3	ders.
Kasan (55° 47′ n. Br.)	9	ders.
Moskau (55° 45′ n. Br.)	17,2	ders.
Petersburg (59° 56′ n. Br.)	9,2	(Kraafft).
Cairo (30° n. Br.)	3,5	(Dr. Destouches).
Peking (40° n. Br.)	5,8	(Missionäre).
London (51° 30′ n. Br.)	8,5	(Howard).
Athen (38° n. Br.)	11	
Leyden (52° n. Br.)	13,5	(Musschenbroek).
Palermo (38° 6′ 45″ n. Br.) . . .	13,5	(de Pouqueville).
Paris (48° 50′ 14″ n. Br.)	13,8	
Tübingen (48° 30′ n. Br.)	14,6	(Kraafft).
Utrecht (52° n. Br.)	15	(Musschenbroek).
Toulouse (43° 30′ n. Br.)	15,4	
Mastricht (51° n. Br.)	16,2	(Crahay).
Strassburg (48° 30′ n. Br.)	17	(Herrenschneider).
Padua (45° 20′ n. Br.)	17,5	(41,9 de Pouqueville)
Berlin (52° 30′ n. Br.)	18,4	(Beguelin).
Smyrna (38° 30′ n. Br.)	19	(de Nerciat).
Buenos-Ayres (34° 30′ s. Br.) . . .	22,6	(Mossoti).
Quebeck (46° 45′ n. Br.)	23,3	
Viviers (47° 30′ n. Br.)	24,7	
Guadeloupe (16° 20′ n. Br.)	37	
Abyssinien (13° n. Br.)	38	(Bruce).
Martinique (14° 30′ n. Br.)	39	
Maryland (39° n. Br.)	41	(Richard Brooke).
Rom (41° 43′ n. Br.)	42,4	(de Pouqueville).
Janina (39° 30′ n. Br.)	45	ders.
Rio-Janeiro (23° s. Br.)	50,7	(Dorta).
Patna in Indien (25° 37′ n. Br.) . . .	53	(Lind).
Calcutta (22° 30′ n. Br.)	60	

Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich, dass im Allgemeinen die Gewitter um so häufiger werden, je mehr man sich von den Polen her dem Aequator nähert. Man glaubt ziemlich allgemein, dass sie innerhalb der Tropen minder furchtbar sind, als in unseren Klimaten; doch lässt sich erwarten, dass es auch Ausnahmen gibt. So hat man denn auch nach d'Abbadie in Aethiopien gesehen, dass ein einziger Donnerschlag 2000 Ziegen und den beaufsichtigenden Hirten tödtete. Die Gewitter folgen übrigens durchaus nicht einer geographischen Linie und sind hierin den Temperatur- und den Regenverhältnissen ähnlich, bei denen sich in gleicher Weise bedeutende Abweichungen herausstellen. Es ist uns so vorgekommen, als ob in jedem Lande die Anzahl der Gewitter oft mit den Regentagen in Verhältniss stände; doch wollen wir hier nicht untersuchen, welches der beiden Meteore die Ursache oder die Wirkung sei. Zu Cairo zählt man jährlich nur 3 oder 4 Gewitter, und dies ist ungefähr auch die Zahl der Regentage. Die Bewohner von Lima, wo es niemals regnet, kennen auch das Brüllen des Donners nicht. Kämtz sagt: „Auf dem Meere in der Gegend der Passatwinde scheinen die Gewitter ebenso selten zu sein, wie der Regen, denn ich erinnere mich nicht, auch nur in einem einzigen Reiseberichte Nachricht von einem etwas heftigen Gewitter in dieser Zone gefunden zu haben."

Vertheilung der Gewitter nach den Jahreszeiten.

Die Gewitter scheinen ihre Entstehung dem Zusammentreffen zweier Wolken von verschiedener Elektricität zu verdanken, wie die Regen dem zweier entgegengesetzter Winde. Wie wir die Tageszeiten, Jahreszeiten und Jahre sich mit denselben charakteristischen Kennzeichen wiederholen sehen, ebenso treten die Gewitter in denselben Jahreszeiten, ja zu denselben Stunden, mit einer auffallenden Regelmässigkeit ein. Dies gilt namentlich von den tropischen Gegenden, wo die Gewitter überdies und fast ausschliesslich in der nassen Jahreszeit und beim Wechsel der Moussons sich entladen. Zu Calcutta hört man es im November, December und Januar niemals donnern, obgleich man dort 60 Gewittertage zählt; dasselbe gilt von Guadeloupe und Martinique im December, Januar, Februar und März. In den mittleren Breiten sind die Gewitter im Winter fast unbekannt und über die Hälfte kommt auf den Sommer, während nur die kleinere Menge auf sehr heisse Frühlings- und Herbsttage fällt. Doch müssen wir einige ziemlich auffallende Ausnahmen anführen. Nach Kämtz sind auf der Westküste Amerika's und auf der Ostküste des adriatischen Meeres die Gewitter viel gewöhnlicher im Winter. Peltier erwähnt ihr häufiges Vorkommen in Griechenland während des Herbstes und Frühlings. Zu Rom stellt sich zwi-

schen Sommer und Herbst kein Unterschied heraus. Da wo die Winterregen gegen die des Sommers vorherrschen, zu Bergen, auf den azorischen Inseln, scheinen die Gewitter ebenfalls in der kalten und regnerischen Jahreszeit häufiger zu sein.

Unter den Tropen treten die Winde, die Regen und die Ungewitter gewöhnlich zur Zeit der grössten Tageshitze auf.[87]) Die Sonne geht am völlig klaren Himmel auf; gegen Mittag, bisweilen auch noch früher, bildet sich ein dunkler Fleck und bald ist der Horizont mit Wolken bedeckt, Blitz folgt auf Blitz ohne Unterbrechung, der Donner kracht fürchterlich, der Regen fällt in Strömen. Diese Gewitter sind meist von kurzer Dauer, doch hat man sie auch in einigen allerdings seltenen Fällen über 24 Stunden anhalten sehen. Bisweilen stellen sie sich auch während der Nacht ein und zwar mit einer in unseren Klimaten unerhörten Heftigkeit. Ebenso zeigen sich auch im mittleren und höheren Breiten die Gewitter in der Mehrzahl während des Tages.

Es scheint ausgemacht, dass noch nicht hinlänglich ermittelte örtliche Umstände auf das Vorkommen der Gewitter von Einfluss sind. Nach Hutchinson rollt zu Kingston auf Jamaica fünf auf einander folgende Monate lang der Donner alle Tage, während auf den benachbarten Inseln die Zahl der Gewittertage durchaus nicht so beträchtlich ist. Nach Boussingault donnert es in einer gewissen Jahreszeit zu Popayan fast alle Tage. Im Allgemeinen gesteht man den Gebirgen einen Einfluss auf die Bildung der Gewitter zu; doch muss man die Ursache oft anderswo als in der Oberflächenbildung suchen. Arago macht darauf aufmerksam, dass im Mittel zu Paris jährlich 14 Mal Gewitter sind, während zu Denainvilliers zwischen Pithiviers und Orleans die mittlere Zahl der Gewittertage fast 21 erreicht, aber es möchte wohl nicht leicht eine Gegend mit weniger Unebenheiten geben, als die um Paris und Orleans. Es scheint ihm also keine positive Thatsache dafür zu sprechen, dass die Oberflächenbeschaffenheit auf das Vorkommen der Gewitter Einfluss ausübt; das jedoch scheint ihm unbestreitbar zu sein, dass ihre Anzahl auf offenem Meere kleiner wird, je weiter man sich vom Lande entfernt. Arago glaubt sogar Grund dafür zu haben, wiewohl er die Ansicht mit allem möglichen Vorbehalte ausspricht, dass sich über eine gewisse Entfernung vom Lande hinaus niemals Gewitter zeigen.[88])

Blitz.

Der Blitz könnte als das Licht, welches durch die Elektricität, die von einer Wolke zu einer anderen, oder von einer Wolke zur Erde überspringt, erzeugt wird, definirt werden. Aber um sich von

der Erscheinung Rechenschaft zu geben, verlangt Pouillet,[59]) dass man die Elektricität der Wolken durchaus nicht mit der einer elektrischen Batterie vergleiche; denn wenn hier die beiden Flüssigkeiten sich zu vereinigen streben, können sie stets nur einen sehr kleinen Raum überspringen. Man muss nach demselben die Elektricität der Wolken vielmehr mit der freien Elektricität vergleichen, welche sich auf der Oberfläche von Körpern, die mehr oder weniger gut leiten, findet. Um die Länge des Blitzes zu erklären, müsse man annehmen, dass auf dem Wege, welchen der Blitz nimmt, die Dampf- und Lufttheilchen schon durch Vertheilung elektrisirt sind, und dass endlich, wenn der Blitz erscheint, sich das gestörte Gleichgewicht von Schicht zu Schicht wieder herstellt, dass gewissermassen nur Funken von Theilchen zu Theilchen überspringen, dass aber die elektrische Flüssigkeit nicht den ganzen Weg zwischen den weit entfernten Wolken durchläuft. Die Erscheinungen sind indessen so identisch, dass man immer geneigt sein wird, den Blitz mit dem Funken zu vergleichen, welcher aus dem Conductor einer Elektrisirmaschine hervorbricht, sobald man eine Kugel nähert. Kämtz sagt: Ich habe mehrmals zwischen gleich hohen Wolken zwei Blitze gesehen, welche von jeder von ihnen ausgingen und sich auf halbem Wege vereinigten.

Arago unterscheidet drei Arten von Blitzen: 1) Blitze in Zickzackform. Sie sind sehr schmal, an ihren Rändern scharf begrenzt, gewöhnlich weiss und bisweilen purpurfarbig oder violett. Ungeachtet ihrer unglaublich grossen Geschwindigkeit schlängeln sie sich und beschreiben vollkommen deutliche Zickzacke, bisweilen spalten sie sich in zwei oder sogar drei und noch mehr Aeste; denn im April 1718 wurden in der Umgegend von Saint-Pol-de-Léon vierundzwanzig Kirchen vom Blitze getroffen, obwohl man nur drei Donnerschläge gehört hatte. Diese Zickzackblitze bilden die eigentlichen Blitzschläge (*la foudre*), welche Feuer und Zerstörung in ihrem Gefolge haben. 2) Die unbestimmten Blitze. Dies sind die gewöhnlichsten; die Wolken scheinen sich ein wenig zu öffnen, um ihnen den Durchgang zu gestatten; sie haben weder die weisse Farbe noch die Lebhaftigkeit des Lichtes der ersteren; tiefroth, blau und violett sind die vorherrschenden Farben. Das Licht dieser Blitze erstreckt sich über grosse Flächen. 3) Kugelförmige Blitze. Sie zeigen sich unter der Form von leuchtenden Massen, von Feuerkugeln, und sind 1 bis 10 Secunden lang sichtbar, während nach Wheatston die Dauer bei den beiden ersten Klassen noch nicht den tausendsten Theil einer Secunde erreicht. Die kugelförmigen Blitze bewegen sich ziemlich langsam von der Wolke zur Erde, und gegen sie sind die Blitzableiter unwirksam. In der Nacht vom 14. zum 15. April 1718 sah Deslandes drei feurige Kugeln auf die

Kirche zu Couesnon, in der Nähe von Brest, fallen, welche sie gänzlich zerstörten. Am 3. Juli 1725 erschlug mitten im ärgsten Toben eines Gewitters eine feurige Kugel von der scheinbaren Grösse des Mondes einen Hirten nebst fünf Schafen.

Man sieht bisweilen Blitze von einer Länge, die über eine halbe Meile beträgt. Petit hat zu Toulouse sogar einen von 35,000 Fuss Länge gesehen. Diese Meteore glänzen gewöhnlich mit grösseren oder geringeren Unterbrechungen; aber bisweilen scheint die Gewitterwolke auch von einem anhaltenden und phosphorischen Lichte erleuchtet. Rosier hat ein Gewitter beschrieben, bei welchem sich ein leuchtender Streifen zeigte, der eine Länge von ungefähr 60 Grad einnahm; er leuchtete fast eine Viertelstunde ohne Unterbrechung. Während dieser Streifen vorrückte, brach der Blitz zu drei verschiedenen Malen aus dem unteren Ende desselben hervor.

Wetterleuchten.

Nach einigen Physikern hängt das Wetterleuchten, das sich in der Abenddämmerung und in heiteren Nächten zeigt, von einem Bestreben der atmosphärischen Elektricität, sich mit dem Erdboden ins Gleichgewicht zu setzen, ab; man bemerkt, sagen sie, kein Getöse wegen der jedenfalls grossen Entfernung. Aber die Mehrzahl der Naturforscher betrachtet das Wetterleuchten gar nicht als ein eigentliches Blitzen. Nach ihnen entsteht dasselbe, ähnlich wie das Licht der Dämmerung, von Blitzen, welche von einem unter dem Horizonte befindlichen Gewitter herrühren und von den Luftschichten zurückgestrahlt werden. Als sich de Saussure in der Nacht vom 10. zum 11. Juli 1783 im Grimselhospiz befand, bemerkte er bei ruhigem und heiterem Wetter am Horizonte in der Richtung nach Genf zu einige Wolkenstreifen, aus denen Blitze hervorbrachen, die von keinem Donner begleitet zu sein schienen. Zu derselben Zeit wurde Genf von einem furchtbaren Gewitter heimgesucht, wie es daselbst nie erlebt worden war. Am 31. Juli 1813 sah Howard zu Totenham, in der Nähe von London, am südöstlichen Horizonte bei sternklarem Himmel schwache Blitze ohne Donner. Bald darauf vernahm er, dass um dieselbe Stunde ein heftiges Gewitter in Frankreich zwischen Calais und Dünkirchen gehaust hatte, so dass man also in der Atmosphäre von London den Schein von Blitzen, die von Wolken in einer Entfernung von fast 25 Meilen herrührten, gesehen hatte. Nach Kämtz sieht man allemal, wenn man starkes Wetterleuchten beobachtet, hier und da verschlungene Federwolken (*cirrhus*) und bisweilen am Horizonte Haufenwolken (*cumulo-stratus*); diese Blitze sind eine Folge entfernter Gewitter. Derselbe erzählt, dass einmal diese Frage in der naturforschenden Gesellschaft zu Genf

lebhaft verhandelt worden sei, und dass nach aufgehobener Sitzung der ganze nördliche Horizont das Wetterleuchten gezeigt habe, gleichsam als ob sofort zur Prüfung der aufgestellten Ansichten Gelegenheit geboten werden sollte. Einige Tage nachher berichteten die Zeitungen von zahlreichen Verwüstungen, welche durch Blitzschläge und Gewitter im Wadtlande, in Würtemberg und Baiern angerichtet worden waren.

Es scheint uns erwiesen, dass das Wetterleuchten bisweilen von wirklichen Blitzen, die reflectirt sind, herrührt; aber man darf wohl bezweifeln, dass es immer denselben Ursprung habe. Unter gewissen Umständen kann das Wetterleuchten von so hoch herkommenden Blitzen herrühren, dass der Entfernung wegen das Rollen des Donners nicht wahrgenommen wird, zumal die Luft in grosser Höhe so dünn ist, dass der Schall keine grosse Intensität besitzt. Indessen ist es eine wohl nicht zu bestreitende Thatsache, dass ein Leuchten ohne Geräusch, Blitze ohne Donner vorkommen und zwar sowohl in heiteren Nächten, als auch wenn Wolken den Himmel bedecken. Ist dann das Leuchten auf die dem Horizonte nahe liegenden Gegenden beschränkt, so kann man dasselbe entfernten Gewittern zuschreiben; aber ist dies auch möglich, wenn dasselbe Stunden, ja ganze Nächte lang den ganzen Himmel, so weit man ihn überschauen kann, einnimmt? Das zu Paris oft beobachtete Leuchten ist in Schweden im Monat August ebenso sehr gewöhnlich. Noch häufiger sieht man es unter den Tropen, wo es ebenfalls sowohl bei heiterem, als bedecktem Himmel eintritt. Chanvalon führt in seinem meteorologischen Journale von Martinique Beispiele hiervon an; Dorta's Beobachtungen zu Rio-Janeiro sprechen nicht weniger entschieden dafür; in ihnen sind 24 Tage mit Blitzen ohne Donner im Jahre 1783, 48 im Jahre 1784; 42 im Jahre 1785; 51 im Jahre 1787 aufgeführt. Lind beobachtete in dem einzigen Jahre 1826 zu Patna in Indien dasselbe Phänomen 73mal. Sollten dennoch hier und da Zweifel gehegt werden, so wollen wir noch hinzufügen, dass Deluc und mit ihm eine grosse Zahl zuverlässiger Personen in unseren Breiten während der Gewitter oft aus denselben Wolken Blitze mit und Blitze ohne Donner von gleicher Lichtstärke haben hervorbrechen sehen.[90])

Donner.

Haben wir gesehen, dass es bisweilen blitzt ohne zu donnern, so werden wir ebenso leicht zugeben, dass es Donner ohne Blitze geben könne. James Bruce führt einen merkwürdigen Fall an, den er in der Nähe von Cosseir am rothen Meere erlebte: am 19. März 1768 nämlich setzte ein heftiger Donnerschlag, ohne dass

ein Blitz vorherging, die Matrosen der kleinen Barke, auf welcher sich der Reisende befand, in Schrecken. Es kann indessen vorkommen, dass man in einem solchen Falle den Blitz nur nicht bemerkt hat. Senebier spricht von dem Donner an heiteren Tagen wie von einer bekannten Sache. Volney erzählt, dass er am 13. Juli 1788, 6 Uhr Morgens, zu Pontchartrain, 4 oder 5 Donnerschläge gehört habe. Der Himmel war zu dieser Zeit ohne Wolken; aber er bezog sich plötzlich um $7^1/_4$ Uhr, und einige Minuten nachher fiel Hagel in faustgrossen Stücken. Im Alterthume trieb bei solchen Gelegenheiten der Aberglaube sein Spiel.

Das Geräusch des Donners hat seinen Grund in den Erschütterungen der durch das elektrische Fluidum zerrissenen Luft. In der Stärke, in der eigenthümlichen Art und Weise und in der Dauer sind die Donner sehr verschieden. Bisweilen erscheint das Geräusch voll und sehr tief, andere Mal hell und trocken; in einigen Fällen ist es, als ob etwas plötzlich zerrissen würde; die heftigen Schläge endlich sind begleitet von einem Rollen, welches dem eines schweren Karrens gleicht, der schnell über das Strassenpflaster unserer Städte hinweg fährt. Fast immer beginnt der Donner schwach; ein, zwei drei Secunden nachher verstärkt sich das Geräusch; verdoppelt ab und zu seine Stärke; dann nimmt es ab und hört ganz auf. Bei schweren Gewittern folgen die Blitze einander ohne Unterbrechung und man vernimmt ganze Stunden lang ein ununterbrochenes Geräusch; gewöhnlich aber zeigen sich die Blitze in Unterbrechungen und einem einzelnen Blitze folgt dann ein einige Secunden lang anhaltendes Rollen des Donners, welches nach einer ruhigen Pause mehr oder weniger sich fortsetzt. Das längste Rollen währt 35 bis 50 Secunden. William Paxton erzählt, dass der Schlag vom 2. März 1769, welcher eine der Spitzen des Thurmes zu Buckland-Brewer zerschmetterte, einen Donner erzeugte, als wenn wenigstens hundert Kanonen auf einmal abgefeuert würden. Nach der Erzählung des Schiffsmaster Chalmers machte die feurige Kugel, welche auf offener See am 4. November 1749 in das Schiff „der Montaguë“ einschlug, ein Krachen, als ob mehrere hundert Kanonen alle auf einmal abgefeuert würden; es dauerte aber nicht länger als eine halbe Secunde. Pouillet sagt: „Beim Ueberspringen des Blitzes empfangen nicht alle erschütterten Luftschichten denselben Anstoss, theils weil sie nicht dieselbe Temperatur haben, theils weil sie nicht denselben Grad der Trockenheit oder Feuchtigkeit besitzen, theils weil sie sich — wie hieraus nothwendig folgt — nicht in gleichem Zustande der elektrischen Vertheilung befinden. Der erste Eindruck des Schalles wird folglich nicht immer der stärkste sein, selbst wenn er aus geringerer Entfernung kommt, und bei einer so grossen Erstreckung, wie sie die Blitze einnehmen, ist es unmög-

lich, dass der Schall sich nicht mit mehreren Unterbrechungen mische."

Robert Hooke ist der erste Naturforscher, welcher das Rollen des Donners auf befriedigende Weise erklärt hat. Er sagt: „Von den einfachen Blitzen nimmt jeder nur einen Punkt im Raume ein und erzeugt ein kurzes Geräusch ohne Dauer. Das Geräusch der zusammengesetzten oder vielfachen Blitze dagegen ist ein langgezogenes Rollen, weil die verschiedenen Theile der langen Linie, welche diese Blitze einnehmen, sich im Allgemeinen in sehr verschiedenen Entfernungen befinden, und daher der Schall, mag er sich an diesen Stellen nach einander oder in demselben Augenblicke erzeugen, der Reihe nach ungleiche Zeiten braucht, um das Ohr des Beobachters zu erreichen." Die Naturforscher des Alterthums erklärten das Rollen des Donners durch das Zurückprallen des Schalles von der Erde. Mag man nun auch von dieser Hypothese halten was man will, so viel steht fest, dass man nicht blos der ungleichen Entfernung der Explosionen Rechnung tragen muss, sondern auch noch den vielfachen Echos, welche dieselben, sei es in den Wolken, sei es in den Gebirgen und Wäldern wiederholen.[91])

Die zu Paris von de l'Isle im Jahre 1712 gesammelten Beobachtungen zeigen, dass der Zeitunterschied zwischen Blitz und Donner bis auf 42, 47, 49 und sogar auf 72 Secunden steigen kann. Als kleinster Unterschied finden sich 5, 4 und 3 Secunden; die Beobachtungen von Chappe geben sogar mehrmals nur 2. Arago sagt, es stehe fest, dass der Blitz und Donner bisweilen so schnell auf einander folgen, dass der Zeitunterschied noch nicht eine halbe Secunde beträgt. Dieser Zeitunterschied dient zur Bestimmung der Entfernung der Gewitterwolke: man kann nämlich für den Abstand der Wolke von dem Beobachter so vielmal 1080 Fuss rechnen, als zwischen dem Blitze und dem Donner Secunden verfliessen. Ebenso kann man aus der Dauer des Donners auf die Länge des Blitzes schliessen. Das Licht nämlich erglänzt in einer Strecke von mehreren Meilen in demselben Augenblicke; aber der Schall pflanzt sich langsamer fort, so dass der Donner so viel Secunden lang anhält, wie vielmal der Blitz eine Strecke von 1080 Fuss durchrissen hat.

Blitzschlag.

Kämtz sagt: „Wenn man alles das, was über die Gewitter geschrieben ist, vergleicht, so kommt man unbedenklich zu dem Schlusse, dass dieselben zu den verwickelsten Phänomen der Meteorologie gehören." Er betrachtet[92]) die Condensation der Dünste als die erzeugende Ursache der Elektricität, und nach seiner Ansicht erzeugt niemals, wie man gewöhnlich glaubt, diese den Regen oder

die Gewitter. Mag die Theorie der Gewitter auch in ein noch so grosses Dunkel gehüllt sein, wir zweifeln dessenungeachtet daran, dass die Mehrzahl der Sachverständigen die Ansicht von Kämtz theilen wird. Welche Kraft, welches Princip könnte in so wenigen Augenblicken die Dünste so grosser Flächen condensiren, aus allen Himmelsgegenden zusammenziehen und die Wolken in so reiche Regengüsse auflösen, ausser die Elektricität? Wenn das Gleichgewicht in der Luft gestört ist, sucht das Gewitter dasselbe wieder herzustellen, und eine gleichmässige und wohlthätige Vertheilung der Elektricität zwischen der Atmosphäre und der Erde scheint das schliessliche Resultat hiervon zu sein.

Wie dem auch sein möge, die Wirkungen des Blitzes stehen so fest, wie die Theorie der Gewitter ungenügend erscheint. Wenn der Blitz zwischen einer Wolke und auf der Erdoberfläche befindlichen Körpern sich entladet, sagt man, es habe eingeschlagen.

Wir wollen nun das, was bei diesem Phänomen, welches nicht immer von furchtbaren Nebenumständen begleitet ist, vorgeht, näher untersuchen. Nehmen wir eine Gewitterwolke an, deren Höhe über dem Erdboden nicht sehr beträchtlich ist, so wird sie vertheilend auf die natürliche Electricität der Erde oder des unter ihr befindlichen Wassers wirken und, je nachdem sie mit Glas- oder Harzelektricität geladen ist, die entgegengesetzte Elektricität des Wassers oder des Erdbodens anziehen. Oft entfernt sich die Wolke oder sie löst sich, ohne dass eine Explosion eintritt, in Wasser auf und die Elektricität der Erde kehrt in ihr natürliches Gleichgewicht zurück; wenn aber zwischen der z. B. mit Glaselektricität geladenen Wolke und der entgegengesetzte Elektricität enthaltenden Erde der Funke ausbricht, so schlägt es ein und die Körper, welche als Leiter gedient haben, werden vom Blitze getroffen.

Wenn jedoch zu der Zeit, wo eine grosse Spannung zwischen der Erde und der Gewitterwolke stattfindet, eine Explosion zwischen ihr und einer benachbarten Wolke eintritt, so stürzt sich die auf der Erdoberfläche angehäufte, nun nicht mehr gebundene, elektrische Flüssigkeit plötzlich in die Tiefen der Erde, um sich mit der entgegengesetzten Flüssigkeit, von welcher sie getrennt war, zu verbinden. In diesem Falle tritt das Phänomen ein, welches man den Rückschlag nennt. Wiewohl dieser Schlag weniger heftig ist, als der directe Blitzschlag, ist es doch schon vorgekommen, dass er heftige Erschütterungen und selbst den Tod zur Folge gehabt hat. Eins der auffallendsten Beispiele ist das, von welchem Brydone die näheren Umstände aufbewahrt hat. Am 19. Juli 1785 nämlich zeigten sich nach einem schönen heiteren Morgen gegen 11 Uhr einige Wolken; zwischen Mittag und 1 Uhr entluden sich mehrere entfernte Blitze. Plötzlich hörte Brydone einen heftigen Knall

ohne dass sich vorher ein Blitz gezeigt hatte. Nicht weit von dem Hause war ein Mensch, Namens Lander, welcher einen mit Kohlen beladenen Wagen fuhr, mit seinen Pferden erschlagen; mehrere Kohlen waren von dem Wagen heruntergeschleudert. Etwa anderthalb Fuss hinter jedem Rade war in der Erde ein Loch von ungefähr 2 Zoll Durchmesser.

„Bei seiner so unglaublich schnellen Bewegung, sagt Arago, unterliegt der Blitz der Einwirkung von Kräften, welche von der Beschaffenheit und Lage der Körper auf der Erde abhängen, in deren Nähe er einschlägt.“ Jede in der Wirkungssphäre der Gewitterwolke befindliche Hervorragung ist ganz besonders den Schlägen ausgesetzt, also Berge, Gebäude, Bäume, selbst Thiere, wenn sie sich auf weiten Ebenen befinden; aber vorzugsweise werden die Leiter der Elektricität getroffen und deshalb werden so oft Bäume und hohe Gebäude durch den Blitzschlag beschädigt. Die wässerigen Theile der Bäume machen sie zu ziemlich guten Leitern, so dass man es vermeiden muss, sich bei Gewittern in ihrer Nähe aufzuhalten; ja sogar von Gebüschen, die mitten auf Ebenen stehen, muss man sich fern halten. Im Alterthume glaubte man, der Lorbeerbaum werde nie vom Blitze getroffen. Hugh Maxwell sagt dasselbe von der Buche, dem Ahorn und der Birke; der Capitain Dibden von den Fichten; noch Andere ferner von allen harzreichen Bäumen. Die Erfahrung hat aber über diese Behauptungen gerichtet, die mehr auf theoretische Ansichten, als auf Beobachtungen sich stützten. Die Bäume entziehen übrigens, da sie Leitungsvermögen besitzen und sich über die benachbarten Gegenstände erheben, den Wolken das Fluidum, mit welchen sie beladen sind, und so bestätigt denn de Tristan, dass ein Gewitter, welches über Wälder wegzieht, merklich an Kraft verliert. Doch muss man deshalb nicht glauben, dass ein Gebäude, welches in geringer Entfernung von grossen Bäumen steht, dadurch gegen den Blitzschlag geschützt sei: am 2. September 1816 schlug der Blitz in das Haus John Williams in Massachusetts, in dessen Nachbarschaft eine grosse Anzahl italienischer Pappeln von 60 bis 70 Fuss Höhe stand. Aehnliche Beispiele könnte man in Menge beibringen.[93]) Kirchthürme, überhaupt Gebäude, an denen metallische Substanzen verwendet werden, ziehen nothwendig den Blitz an; denn es ist eine ausgemachte Eigenschaft der Elektricität gerade auf Metalle, mögen sie offen daliegen oder verdeckt sein, überzuspringen. Trifft der Blitz ein Haus, so beschädigt er beim Durchlaufen der Zimmer namentlich die Vergoldungen und die eisernen Geräthschaften werden zerstört oder geschmolzen. Am 17. März 1759 schlug der Blitz zu Neapel in das Palais des Lord Tylney, wo mehr als 500 Personen zu einem Feste versammelt waren; es wurde Niemand verletzt, aber in den neun

Zimmern, welche der Blitz durchlaufen hatte, waren die Vergoldungen der Meubles, die Leisten um die Tapeten, die Thürangeln und die Klingelzüge geschmolzen, geschwärzt oder abgeschabt. In demselben Jahre 1759 tödtete der Blitz zu Martinique zwei Soldaten, welche sich an die Mauer einer Capelle angelehnt hatten, bei welcher ein Durchgang war. Es ergab sich, dass die Stelle, auf welche sich die beiden erschlagenen Soldaten gestützt hatten, genau den massiven Eisenmassen entsprach, welche ein Grabdenkmal zu tragen hatten. Am 21. Juli 1819 traf der Blitz ein Gefängniss in Schwaben (zu Biberach) und erschlug in dem grossen Saale mitten unter 20 Gefangenen einen bereits verurtheilten Räuberhauptmann, welcher über der Hüfte gefesselt war.

Es giebt gewisse Länder und gewisse Gegenden, in denen der Blitz häufig einschlägt, ohne dass man eine Ursache hiervon aufzufinden vermöchte. In Neu-Granada, sagt Arago, hält sich Niemand, wenn er nicht muss, zu el Sitio de Tumba barreto, in der Nähe der Goldmine von Vega de supia, auf, weil daselbst der Blitz sehr häufig einschlägt. Als Boussingault während eines Gewitters durch el Sitio kam, streckte ein Blitzschlag den Neger zu Boden, welcher ihm als Führer diente. Loma de Pitago in der Nähe von Popayan ist ebenso berüchtigt. Ein junger schwedischer Botaniker Planchemann, der ungeachtet aller Abmahnungen darauf bestand, durch Loma zu reisen, als der Himmel mit Gewitterwolken bedeckt war, kam dort durch einen Blitzschlag um.

Folgender von Nollet erzählte Fall ist nicht weniger aussergewöhnlich. Am 29. Juni 1763 schlug mitten in einem heftigen Gewitter der Blitz in den Kirchthurm zu Antrasme unweit von Laval und drang in die Kirche, wo er einige Verheerungen anrichtete. Am 20. Juni 1764 schlug er wiederum in denselben Thurm, drang in die Kirche, schmolz dieselben Vergoldungen, schwärzte dieselben Altarstücke und schlug an denselben Stellen, wie das Jahr vorher, zwei Löcher ein, die man wieder verstopft hatte.

Arago führt einige Fälle an, aus denen man schliesen könnte, dass es auf hohen Gebirgen nicht eben mit grosser Gefahr verbunden sei, durch Gewitterwolken zu gehen. Den von ihm aufgestellten Beobachtungen kann man folgenden Fall entgegenstellen, welcher ganz besonders geeignet ist, das Gewicht derselben zu entkräften. Ein Ingenieur in der Schweiz, Namens Buchwalder, hatte auf dem Gipfel des Sentis, 7978 Fuss über dem Meere, ein geodätisches Signal errichtet. Am 4. Juli 1832 fiel gegen Abend starker Regen; am folgenden Tage um 6 Uhr fing der Regen wieder an und aus der Ferne liess sich Donner vernehmen. Nach einer ruhigen Pause begann der Donner von Neuem und sein Rollen, welches immer näher kam, liess sich bis 10 Uhr fast ununterbrochen hören. Buch-

walder war, um das Wetter zu beobachten, mit seinem Gehilfen aus dem Zelte getreten, aber die heftigen Blitze zwangen sie bald wieder sich zurückzuziehen. Hierauf hüllte eine dicke und stockfinstere Wolke den Sentis ein; Regen und Hagel fielen in Strömen, der Wind stürmte mit Macht; die Luft schien durch das fortwährende Leuchten der Blitze in Flammen zu stehen; das Rollen des Donners, der sich an den Bergwänden stiess, nahm kein Ende. Buchwalder's Gehilfe konnte seinen Schrecken nicht bemeistern; er erzählte ihm deshalb, um ihn wieder zu ermuthigen, dass, als Biot und Arago ihre geodätischen Messungen in Spanien gemacht hätten, der Blitz ihr Zelt zwar getroffen habe, aber an demselben abgeglitten sei, ohne sie selbst zu treffen. In diesem Augenblicke erschien eine feurige Kugel zu den Füssen des Gehilfen; ein Klagschrei entstürzte seinem Munde: — Ach, Gott! Buchwalder kehrte sich um und sah auf dem Körper des Unglücklichen die Wirkungen des Blitzschlages; die linke Seite war mit braunen und röthlichen Flecken gezeichnet; die Haare, Augenlider, Augenbrauen waren zusammengeschrumpft oder verbrannt. Einige Augenblicke schien seine Brust sich noch zu bewegen, aber bald hörte das Geräusch der Respiration auf. Buchwalder selbst hatte an seinem linken Schenkel eine heftige Erschütterung gefühlt; aber seinen Schmerz bemeisternd, bemühte er sich seinem Begleiter beizustehen; er rief ihn, aber vergeblich; sein rechtes Auge offen und klar schien noch Leben zu besitzen; das linke Auge war geschlossen und trübe, das Herz schlug nicht mehr; seine Glieder blieben unbeweglich, als sie mit einer Compasnadel gestochen wurden.

Durch den eigenen Körperschmerz wurde Buchwalder von diesem unheilvollen Anblicke abgelenkt; sein linker Schenkel war gelähmt und er empfand hier ein Zittern, eine aussergewöhnliche Bewegung. Es stellte sich überdies ein allgemeines Zittern, eine Beklemmung, ein unregelmässiger Herzschlag ein; es schien ihm in seinen Leiden, als ob er wie sein Begleiter sterben müsse; aber die Gefahr war vorbei und er konnte sich mit seinen ebenfalls vom Blitze getroffenen Instrumenten bis zu dem Dorfe All-Saint-Johann schleppen.

Pouillet macht beim Einschlagen des Blitzes in die Erdoberfläche, wie bei den Erscheinungen, welche die Säulen und Batterien zeigen, einen Unterschied zwischen chemischen, mechanischen und physikalischen Wirkungen. Sollte man nicht noch pathologische Wirkungen hinzufügen müssen? Einige der chemischen Wirkungen des elektrischen Fluidums in den höheren Regionen der Luft haben wir vorher schon angeführt. Man findet auf dem Gipfel der Berge verglaste Felsmassen und unverkennbare Spuren von Schmelzung. Nach Ramond überzieht der Blitz die Felsen, in welche er ein-

schlägt, mit einer geblichen verglasten Schicht, auf welcher theils undurchsichtige, theils halbdurchsichtige Auftreibungen und Blasen stehen; aber die Schmelzung ist nur an der Oberfläche eingetreten und das Innere des Felsen bleibt völlig unversehrt. Dieselben Verglasungen haben Bonpland und von Humboldt auf den Cordilleren und de Saüssure auf dem Montblanc gefunden.

Ungeachtet der unglaublichen Kraft des Blitzschlages vermag er doch nicht metallische Gegenstände von einiger Dicke zu schmelzen, sondern die Schmelzung beschränkt sich gewöhnlich auf dünne Drähte oder auf die oberen Schichten des Metalles. Man hat den Blitz oft die eisernen Gardinenstangen und die kupfernen Pendelstangen an Uhren entlang gehen sehen, ohne sie zu schmelzen. Bisweilen verkürzt er metallene Drähte von einigen Fussen Länge um mehrere Zolle. Als im Jahre 1787 der Blitz in Franklin's Haus einschlug, schmolz er eine Kupferstange von 9 Zoll Länge und fast 4 Linien Durchmesser. Am 20. April 1807 schlug der Blitz in die Windmühle zu Great-Marton, und eine dicke eiserne Kette musste durch ihn, wenn nicht geschmolzen, so doch wenigstens beträchtlich erweicht worden sein, denn die einzelnen Ringe waren aneinander geschweisst, so dass die Kette ein wirklicher Eisenstab geworden war. Dieselbe Erscheinung trat 1829 bei der Windmühle von Toothill ein. Nach Franklin soll der Blitz kalte Schmelzungen zu Stande bringen; aber für gewöhnlich findet man deutliche Spuren, dass das Holzwerk da, wo Metalldrähte geschmolzen wurden, angebrannt war, wie denn z. B. zu New-York die Kügelchen geschmolzenen Eisens das Holz der Brücke anzündeten. Gleichwohl möchten wir nicht behaupten, dass Franklin's Ansicht jeden Grundes entbehre, da eine grosse Zahl von Fällen, welche dieselbe zu bestätigen scheinen, vorliegt. Nach Aristoteles hat man den kupfernen Beschlag eines Schildes schmelzen sehen, ohne dass das Holz beschädigt wurde. „Der Degen schmilzt, sagt Seneca, und die Scheide bleibt unversehrt; das Eisen tröpfelt an den Spiessen herab, ohne dass das Holz verletzt wird.“ [94]) Die Beobachtungen der neueren Zeit tragen kein so entschiedenes Gepräge an sich; doch verdienen die folgenden Beispiele eine Erwähnung. Im Jahre 1781 wurde d'Aussac sammt dem Pferde, welches er ritt, in der Gegend von Castres vom Blitze erschlagen. Als man den Degen mit silbernem Griffe, welchen er getragen hatte, genau untersuchte, fand man an der Muschelverzierung des Griffes zwei kleine geschmolzene Stellen; die Spitze der Klinge zeigte deutliche, aber nur oberflächliche Spuren einer Schmelzung; in einer Entfernung von einem Fusse von dem Griffe bemerkte man auf drei Linien Länge dieselbe Schmelzung auf dem oberen Theile der Schneide der Klinge; dem geschmolzenen Theile gegenüber war die

Scheide nicht verbrannt, sondern nur mit einem eine Linie im Durchmesser haltenden Loche durchbohrt. Neben d'Aussac ritt de Gautran, dessen Pferd ebenfalls getödtet wurde; derselbe trug ein grosses Jagdmesser; der Knopf, die silberne Kette, an welcher dasselbe hing, ebenso wie die Schneide waren auf ein und eine halbe Linie im Quadrat geschmolzen; die Scheide selbst war durchlöchert, aber nicht verbrannt.

Am 17. Mai 1852 gegen 11 Uhr Abends befand sich de L . . . zur Zeit eines Gewitters an der Ecke der Strassen du Bac und de Varennes, als er sich auf einmal von einem so starken Lichte umgeben sah, dass er davon einen heftigen Schmerz in seinen Augen empfand. Ein heftiger Donnerschlag erschallte unmittelbar darauf und ungeachtet kein Wind wehte, flog sein Hut 10 Schritte weit von ihm fort. Dieser Explosion folgte ein heftiger Regenguss. De L . . ., der übrigens keine bedeutende Erschütterung erlitten und in aller Eile sich nach Hause begeben hatte, zog seine Uhr heraus und fand, dass seine Westentasche ein Loch hatte, dessen ganzer Rand wie verbrannt und ausgezackt aussah. Eine silberne Kette, welche an der Uhr war, zeigte keine Spur von dem Durchgange der Elektricität, aber der Haken an derselben und die beiden ersten Glieder waren verschwunden, ebenso wie ein stählerner Uhrschlüssel. Ein goldener Ring, an welchem mehrere Kleinigkeiten hingen, war in fünf Stücke zerbrochen, an der Uhr selbst waren die Zeiger verschoben und sie stand still. Aber wie sehr erstaunte de L . . . . am anderen Morgen, als er, um sich zu überzeugen, wie weit seine Uhr beschädigt worden sei, auf den Gedanken kam, sie aufzuziehen, und er nun die Zeiger sich in ganz regelmässige Bewegung setzen sah. Es muss als etwas ganz Besonderes bemerkt werden, dass de L.... über seinem Hemde eine breite, seidene Binde trug, welche mehrmals um den Körper geschlungen war. (Mittheilung Biot's an die Academie der Wissenschaften zu Paris.)

Zu den chemischen Wirkungen des Blitzschlages rechnet man noch die Blitzröhren oder Fulguriten, welche der Pastor Hermann im Jahre 1711 in Schlesien zuerst entdeckte, und die man seitdem auch in Cumberland, in Brasilien u. s. w. gefunden hat. Die Länge der Blitzröhren beträgt bisweilen über 30 Fuss. Ihr Durchmesser variirt zwischen einer Viertel- und 20 Linien, und die Wanddicke von einer Viertel- bis zu 10 Linien. Die innere Wand der Blitzröhren ist völlig glasartig, glatt und stark glasglänzend, ähnlich dem Glasopal (Hyalith?). Sie ritzt das Glas und giebt am Stahle Funken. Man hat zum Theile angestanden, diese eigenthümlichen Röhren für Erzeugnisse des Blitzschlages anzuerkennen; aber eine Beobachtung von Hagen zu Königsberg hat alle Zweifel beseitigt. Als der Blitz zu Rauschen in eine Birke einge-

schlagen hatte, bemerkte man neben dem Baume zwei enge und tiefe Löcher. Hagen liess die Erde um beide Löcher herum mit Sorgfalt hinwegräumen und entdeckte in dem einen von ihnen eine vollständige Blitzröhre. Der inwendige, glasigé Ueberzug war sehr glänzend, von perlgrauer Farbe und in seiner ganzen Ausdehnung mit schwarzen Punkten besäet.

Die mechanischen Wirkungen des Blitzschlages bestehen darin, dass durch denselben die Meubles umgeworfen oder zerbrochen, die Bäume entwurzelt, Massen von grossem Gewichte weit weggeschmissen werden. In der Nacht vom 14. zum 15. April 1718 schleuderte ein Blitzschlag das Dach und die Mauern der Kirche zu Couesnon in der Nähe von Brest in die Höhe und die Steine wurden nach allen Seiten bis in 51 Meter Entfernung umhergeworfen. Im Januar 1762 zerschmetterte ein Blitzschlag das Thürmchen der Kirche zu Breag in Cornwall und schleuderte einen Stein von anderthalb Centnern Gewicht 170 Fuss weit fort und einen anderen gar 1160 Fuss weit in entgegengesetzter Richtung. Aber noch weit überraschender ist es, dass, als am 6. August 1809 der Blitz zu Swinton, etwa eine deutsche Meile von Manchester, in das Cladwick'sche Haus einschlug, die äussere Mauer eines kleinen Gebäudes aus ihrem Grunde gerissen, als Ganzes in die Höhe gehoben und einige Schritte weit fortgetragen wurde.

Zu den physikalischen Wirkungen des Blitzschlages rechnen wir auch die Verkohlung oder Entzündung brennbarer Körper; allein während er unter gewissen Umständen Strohdächer und Heuschober in Brand setzt, verlischt er in anderen alle Lichter und zerstreut das Schiesspulver, ohne es zu entzünden.

Da wo der Blitz einschlägt, hinterlässt er oft Rauch. Nach dem so fürchterlichen Blitzschlage am 12. Juli 1819 zu Chateauneuf-les-Moustiers war die Kirche mit einem so schwarzen und dicken Rauche erfüllt, dass man nur, wie im Finstern, tappend einhergehen konnte. Er verbreitet einen durchdringenden Geruch, den Romas mit dem vergleicht, welchen die elektrischen Batterien entwickeln. Nach Alibard und Taylor riecht es in solchem Falle wie nach angezündetem Schwefel. Wafer[95]) erzählt, dass auf dem Isthmus von Darien während eines schrecklichen Gewitters die Blitze von einem so starken Schwefelgeruche begleitet waren, dass die Leute fast davon erstickten. Boyle hat dieselbe Beobachtung an den Ufern des Genfer-Sees gemacht. Als das Schiff der Montaguë vom Blitze getroffen wurde, verbreitete sich ein so starker Geruch, als ob eine ganze Masse Schwefel angezündet wäre. Im Jahre 1827 wurde das Packetboot New-York von zwei unmittelbar aufeinander folgenden Schlägen getroffen und die Kajüten füllten sich plötzlich mit so dichten Schwefeldämpfen, dass man nicht durchsehen konnte.

Indessen ist es noch gar nicht erwiesen, wie Fusinieri behauptet und mehrmals bestätigt gefunden haben will, dass der Blitz Eisen- und Schwefeltheilchen in fein zertheiltem Zustande mit sich führt.[96])

Wirkung des Blitzschlages auf organische Körper.

Wenn der Blitz in Bäume schlägt, spaltet er sie ihrer Länge nach in eine Menge kleiner Splitter und bisweilen sogar in so feine Fäden, dass sie beinahe wie Besen aussehen. Manchmal wird der Stamm von der Rinde entblösst, die dann in kleinen Stücken herumgeschleudert ist. Unter Umständen werden die Aeste ganz und gar von dem Stamme getrennt. Nach Arago sieht man nirgends Spuren von Entzündung oder Verkohlung. Folgendes Beispiel zeigt, dass in gewissen Fällen das Holz in Staub verwandelt wird.[97])

Desormery spricht in einer Mittheilung, die er am 22. Januar 1849 der Academie der Wissenschaften machte, von den zahlreichen Verwüstungen, welche der Blitz in der Umgegend von Clermont angerichtet hatte. Es schlug neben ihm auf der Landstrasse ein: von zwei sehr nahe bei einander stehenden Pappeln blieb die höhere, deren Aeste abgehauen waren, gänzlich verschont, die kleinere aber, die belaubt war, wurde niedergeschmettert; die Zweige waren zerrissen und von Rinde entblösst, der eine von ihnen mit einer solchen Regelmässigkeit, dass man hätte glauben können, es habe sie ein Mensch abgeschält; das Holz liess sich zerreiben und zerfiel beinahe in Staub.

Desormery selbst wurde vom Pferde herabgeworfen, ohne dass er das Geräusch der Explosion gehört hatte; er und sein Pferd fielen zu Boden, er auf die eine, dies auf die andere Seite. Er weiss nicht, wie lange die Ohnmacht dauerte; als er wieder zu sich kam, spürte er keinen Schmerz, auch bemerkte er keine Verletzung. Der Blitz hatte seine seidene Börse durchlöchert und mehrere silberne Geldstücke zusammengeschweisst; die Züge des Gepräges waren geschmolzen und ausgelöscht. Kleine Silberfäden waren verschwunden, aber die Scheidemünzen und die Seidenfäden der Troddeln waren unverletzt.

Eine von dem Blitze getroffene Ziege fand man todt und auf den Beinen stehend an eine Hecke gelehnt mit einem grünen Zweige im Munde. In einer seitwärts stehenden Hütte war ein zwei Jahre altes Kind getödtet; sein ganzer Körper war wie mit Brandwunden überzogen. Da wo der Blitz in der Mauer ein Loch geschlagen hatte, befand sich ein eisernes Handwerkzeug, welches an die gegenüberstehende Wand geschleudert war und einen eichenen Schrank zerschmettert hatte. Dies Werkzeug war magnetisch geworden.

Bei dem Blitzschlage, bei welchem Desormery nicht nur

Zeuge, sondern auch Betheiligter gewesen war, findet man fast alles vereinigt, was überhaupt bei einem solchen vorkommen kann: Zerschmetterung von Bäumen, Verwandlung des Holzes in Staub, Magnetisirung des Eisens, Fortschleudern schwerer Körper, Niederwerfen zur Erde mit Ohnmacht ohne Verletzungen, Tod mit Unbeweglichkeit, ohne Aenderung der Stellung, und endlich Tod mit tiefen Brandwunden.

Man führt als Folge des Blitzschlages einige Fälle von Blindheit (Amaurosa) an.[98]) Fälle von stellenweisen Brandflecken, von Ohnmachten, Zittern, Lähmungen, Schlaflosigkeit, sind ziemlich häufig. Belege hierfür werden die verschiedenen Beobachtungen bieten, welche wir hier mittheilen wollen. Von dem Blitze, welcher am 5. October 1847 die Capelle des Collegiums zu Pontlevoy während der Messe traf, wurde der am Altare beschäftigte Priester zu Boden geworfen und sein Ornat in Stücke zerrissen, ohne dass er selbst verletzt wurde. Nachdem er sich von dem Schrecken erholt hatte, konnte er in der Abhaltung der Messe fortfahren; aber der Studiendirector war von demselben Blitze getroffen und seine Schenkel waren gelähmt, so dass man ihn in den Armen auf sein Zimmer tragen musste. Uebrigens wurde sonst Niemand von den Anwesenden getroffen.

Als im August 1851 über Brüssel ein heftiges Gewitter ausbrach, wollte Quetelet sich nach seinem Observatorium begeben, um daselbst einige Beobachtungen zu machen. Kaum hatte er die Thür geöffnet, als er auf einmal in Licht eingehüllt war und durch einen sehr starken elektrischen Schlag zu Boden geworfen wurde. Sein Gehilfe, der ebenfalls getroffen war, stürzte einige Schritte vor ihm nieder. Sie waren beide wie gelähmt, ohne indessen grosse Schmerzen zu fühlen, als plötzlich, etwa 5 Minuten nachher, zum zweiten Male das elektrische Fluidum in das Zimmer drang, sie blendete, umgab und mit ausserordentlicher Gewalt auf den Vorplatz schleuderte, zu welchem die Thüre, bei welcher sie den ersten Schlag erhalten hatten, offen geblieben war. Glücklicherweise regnete es heftig, denn ihre Kleider hatten Feuer gefangen. Nach einigen Minuten hatte die frische Luft sie völlig wieder hergestellt, und sie waren mit einigen Brandwunden im Gesichte und an den Händen und einigen versenkten Haaren davon gekommen.

Am 30. Juli 1851 schlug der Blitz zu Durrenbach ein und richtete in dem Pfarrhause ziemlich bedeutenden Schaden an. Die Mutter des Pfarrers fiel in Ohnmacht, und als sie wieder zu sich gekommen war, ergab es sich, dass sie das Gehör vollständig verloren hatte. Ein junger Hirt zu Preuilly (Depar. Indre und Loire) wurde am 13. Juli 1852 vom Blitze zu Boden gestreckt, und dies machte einen

solchen Eindruck auf ihn, dass er von der Zeit an seines Verstandes nicht mehr völlig mächtig war.

Nach Pouillet sind bei den vom Blitze getroffenen Personen die Wirkungen der Wärme und heftigen mechanischen Erschütterung am entschiedensten hervortretend. Er selbst hat zwei Unglückliche gesehen, die mitten auf einem Felde zugleich vom Blitze getroffen wurden: der eine war auf der Stelle todt, der andere lebte noch einige Stunden. Ihre Kleider waren verbrannt, tiefe Wunden bezeichneten den Weg, welchen der Bitzstoff genommen hatte, und bei dem ersten waren alle Knochentheile des Kopfes zerbrochen wie durch hundert Keulenschläge. In einer Anzahl von Fällen findet man keine wahrnehmbaren Verletzungen und der Tod scheint einer heftigen Erschütterung der Nervencentren zugeschrieben werden zu müssen. Die seltene Gelegenheit dergleichen Fälle zu beobachten, macht es besonders interessant, dass Professor Gabrielli an einem jungen Manne von 23 Jahren, der am 12. October 1852 in der Nähe von Sienna vom Blitze getödtet war, selbst Beobachtungen machen konnte. Die Untersuchung fand 48 Stunden nach dem Tode statt und ergab folgende Resultate. Man bemerkte weder eine Veränderung der Gesichtszüge, noch eine Spur von eingetretener Verwesung; die Haare, Augenbrauen, Augenlider, und der Bart waren verbrannt; die Haut fast des ganzen Körpers zeigte Brandwunden theils an der Oberfläche, theils tiefer gehende, besonders bedeutende am Halse und an den Lenden, wo die Haut dem Leder glich. An einigen Stellen bemerkte man Flecken, als ob sie von Schiesspulver herrührten.

Die Conjunctiven, namentlich die des rechten Auges, waren mit Blut erfüllt; die Augäpfel glänzten; die Krystalllinse war durchsichtig geblieben. Man fand nichts Bemerkenswerthes weder im Gehirne, noch im Rückenmarke; Mund, Speiseröhre und Luftröhre enthielten blutigen Schleim; die Vorderseite und der linke Theil der Hinterseite des Magens waren mit rothen Flecken gezeichnet; der Dünndarm bot ebenso eine röthliche Färbung dar; die übrigen Eingeweide erschienen gesund.

Das Herz enthielt weder flüssiges, noch geronnenes Blut; das Endocardium, die Lungenarterie, die Aorta waren roth gefärbt. Im Uebrigen zeigte sich in dem arteriellen Systeme keine Störung; die ebenfalls in normalem Zustande befindlichen Venen waren mit schwarzem und flüssigem Blute erfüllt; man öffnete eine grosse Anzahl von Gefässen, ohne dass es möglich gewesen wäre, ein einziges Stückchen geronnenes Blut zu finden.

Das Rippenfell bot auf der linken Seite mehrere schwärzliche Flecken dar, welche man als Ecchymosen erkannte, die sich bis zu den darunter liegenden Muskeln erstreckten, dieselben Flecken fanden

sich auch auf der rechten Seite, aber in viel geringerer Anzahl. Der ganze linke Lungenflügel war schwarz, knisterte wenig, war zerreiblich und weich wie das geronnene Blut eines vollblütigen Menschen; machte man einen Einschnitt, so floss schwarzes und flüssiges Blut in reichlicher Menge heraus; das Zellgewebe (Parenchym) war zerrissen und in eine Art Brei verwandelt. In den beiden hinteren Dritteln der rechten Lunge fand man dieselben Veränderungen.

Bei dem von Gabrielli beschriebenen Falle muss man den Tod einer schweren Verletzung der von einem Schlage getroffenen Lunge zuschreiben; das elektrische Fluidum hatte die Capillargefässe, ebenso die Luftzellen zerrissen und das Organ in einen Blutklumpen verwandelt. Zeigten die mit Blut unterlaufenen Flecke auf der rechten und linken Seite des Brustkastens etwa die Stellen an, von denen der elektrische Strom ein- und ausgetreten war? Zwei Thatsachen sind noch besonders hervorzuheben, nämlich erstens die grosse Flüssigkeit des Blutes, und zweitens die Langsamkeit, mit welcher die Fäulniss sich einstellte*)

Aus der grossen Zahl schrecklicher Biltzschläge verdient der vom 11. Juli 1819 zu Chateauneuf-les-Moustiers, einem Dorfe von 500 Seelen, im Departement der Niederalpen, vor allen Erwähnung. Es war eines Sonntags, als Salomé, Pfarrer zu Moustiers, nach Chateauneuf gegangen war, um daselbst einen neuen Rector in sein Amt einzuführen. Er hielt dort die Messe ab. Das Wetter war ziemlich schön; man bemerkte nur einige dicke Wolken. Ein junger Mensch von 18 Jahren sang eben die Epistel ab, als man drei mit Blitzesschnelle auf einanderfolgende Donnerschläge hörte. Das Messbuch wurde ihm aus den Händen geworfen und in Stücke zerrissen. Dem jungen Manne war es, als ob ihm der Hals zusammengeschnürt würde, er stiess einen heftigen Schrei aus, schloss dann den Mund und wurde vor die Kirchthür geschleudert, was dem grössten Theile der in der Kirche anwesenden Personen ebenfalls wiederfuhr. Als er wieder zu sich gekommen war, war sein erster Gedanke, in die Kirche zurückzueilen und dem Pfarrer von Moustiers, den er gelähmt und ohne Bewusstsein fand, Hülfe zu leisten. Unter dem Beistande von anderen, leicht verwundeten Personen hob er ihn auf, löschte das in Flammen stehende Chorhemde desselben aus und brachte ihn in das Pfarrhaus, wo ihm nach Verlauf von zwei Stunden das Bewusstsein zurückkehrte. Der Sessel, auf welchem der Pfarrer gesessen hatte, war in Stücke zerbrochen. Das elektrische Fluidum hatte die goldenen Tressen seines Messgewandes geschmolzen und die silberne Schnalle des einen seiner Schuhe, welchen man am Ende der Kirche fand, zer-

*) *Gazette médicale de Toscane*, 1. *trimestre*, 1853.

brochen. Zwei Tage darauf brachte man ihn nach Moustiers, um die Wunden verbinden zu lassen. Er hatte an verschiedenen Stellen seines Körpers fünf mehr oder weniger tiefe Schmarren. Es dauerte zwei Monate, ehe diese vernarbten, und während dieser Zeit war es dem Kranken rein unmöglich zu schlafen. Seine Arme blieben gelähmt, und er hatte lange Zeit bei Temperaturwechsel viel auszustehen.

Die Kirche war auf einmal mit einem schwarzen und dicken Rauche erfüllt; man konnte die verschiedenen Gegenstände nur vermittelst der Flammen der vom Blitze entzündeten Kleider erkennen. Die ganz zerzausten Frauen boten den traurigsten Anblick dar. Ein kleines Kind, welches von seiner Mutter auf dem Arme getragen wurde, war gegen sechs Schritte weit fortgeschleudert und besinnungslos, kam aber wieder zu sich. Acht Personen blieben todt. Ein junges Mädchen von 19 Jahren wurde besinnungslos nach Hause gebracht und starb am Morgen des folgenden Tages unter den schrecklichsten Schmerzen, wenn man aus seinem Schreien daraus schliessen darf. So stieg die Zahl der Todten auf neun, die der Verwundeten auf 82; alle waren an den Schenkeln gelähmt. Die Hunde, welche in der Kirche gewesen waren, fand man todt in der Stellung, welche sie gerade gehabt hatten. Der diensthuende Priester war durchaus nicht getroffen und befand sich ganz wohl. Sollte dies seinem seidenen Ornate zuzuschreiben sein?

Der Blitz hatte das Thurmkreuz getroffen, und man fand es in einer Felsspalte stecken in einer Entfernung von 50 Fuss; dann war er in die Kirche eingedrungen, indem er in dem Gewölbe in einem Abstande von etwa zwei Fuss von der Stelle, durch welche der Glockenstrang ging, eine Oeffnung gemacht hatte. Die Kanzel war in Stücke zerschmissen. In der Kirche fand man eine Vertiefung von etwa 2 Fuss Durchmesser, die sich bis unter die Grundmauern fortsetzte. Eine Frau, welche sich in einer Hütte im Westen von Chateauneuf befand, hatte hintereinander drei Feuermassen herabfallen sehen, welche das ganze Dorf in Asche legen zu müssen schienen.

Besondere Wirkungen des Blitzschlages.

Der Blitzschlag übt auf das Leben der Thiere eine weit bedrohlichere Wirkung aus, als auf das des Menschen. Im vorhergehenden Beispiele haben wir gesehen, dass alle Hunde, die sich in der Kirche von Chateauneuf befanden, umkamen, während eine grosse Menge von Personen der Gefahr entging. Der Blitzschlag, welcher d'Aussac auf der Strasse von Castres traf, tödtete zu gleicher Zeit die drei Pferde; zwei von d'Aussac's Begleitern, die Herren de Gautran und de la Vallongue, kamen mit dem Leben davon.

Im Iahre IX der französischen Republik schlug es zu Praville ein; der Blitz setzte eine Windmühle in Feuer, zerstörte Alles im Innern, tödtete gleichzeitig ein Pferd und ein Maulthier, die mit Getreide beladen waren. Der Müller, welcher zwischen beiden Thieren ging, kam mit einer starken Betäubung, einigen versengten Haarlocken und dem Verluste seines Hutes davon. Am Morgen des 13. August 1852 war ein Pächter von Saint-Georges-sur-Loire mit einem Karren, vor welchen vier Ochsen gespannt waren, unterwegs, als der Blitz einschlug und ihn mit seinem Gespanne zu Boden streckte. Zwei der Ochsen waren todt und ein dritter an der linken Seite gelähmt. Den Pächter traf weiter kein Unfall, als eine Erschlaffung des linken Schenkels. Wunderbar war es hierbei, dass in dem Augenblicke, wo sich dies ereignete, er gerade den einen erschlagenen Ochsen an dem Horne angefasst hatte. Es liessen sich noch mehrere analoge Fälle anführen.

Während der Gewitter, die sich am 27. und 28. Mai 1852 über Paris und in mehreren westlich und südlich gelegenen Ortschaften entluden, schlug der Blitz an mehreren Stellen ein ohne bedeutenden Schaden anzurichten. Auf einem Zuge der Orleanser Eisenbahn folgte der Blitz der Wagenreihe, hüllte die Reisenden in eine nach Schwefel riechende Atmosphäre ohne irgend Jemanden zu verletzen und schloss seinen Lauf mit dem Auslöschen der Signallaternen am hinteren Ende des Zuges. Es war etwa um 5 Uhr Abends am 17. Mai 1852, als nach drei in kleinen Zwischenräumen auf einander folgenden Donnerschlägen der Blitz etwa 1000 Schritt von der Station Beuzeville (Eisenbahn nach Havre) einschlug. Bäume verdeckten die Stelle, an welcher der glänzende und starke Schlag den Erdboden erreichte, aber in demselben Augenblicke sah man hinter den Bäumen eine rothbraune Feuerkugel von der scheinbaren Grösse einer kleinen Haubitzkugel aufsteigen. Sie beschrieb eine Wurflinie, welche man, da sie hinter sich ein lebhaftes Licht liess und nicht eben mit grosser Geschwindigkeit flog, mit dem Auge leicht verfolgen konnte. Die Bewegung dieser Kugel und das Licht, welches sie hinter sich liess, machte den Eindruck wie ein raketenartiges Geschoss, welches bei einer nächtlichen Schiessübung abgeschossen wird. Man zeigte sich dieselbe verwundert, als man auf einmal sah, dass sie sich wie ein Vogel auf die Telegraphendrähte in einer Entfernung von etwa 100 Schritten von der Station niederliess. Sie selbst und zugleich die ganze Lichterscheinung verschwand hierauf mit der Geschwindigkeit eines Gedankens; sie liess weder auf den Drähten, noch unter ihnen eine Spur zurück, aber die Frau des Stationsbeamten, welche in dem Bureau beschäftigt war, war von folgenden Erscheinungen zu derselben Zeit Zeuge: der Telegraphenapparat setzte sich in Bewe-

gung, die Zeiger liefen schnell herum mit einem schnarrenden Geräusche wie bei einem Bratenwender, der auf einmal losgelassen wird, oder wie bei einem Schleifsteine, auf welchem Eisen, von dem Funken aussprühen, geschliffen wird. Es fuhren auch wirklich Funken in grosser Zahl aus den Zeigern des Apparates. Der eine Zeigerapparat, der auf der Seite von Rouen, war ganz unbrauchbar geworden, alle Schrauben waren los und auf dem kupfernen Zifferblatte bemerkte man nahe bei der Spindel des Zeigers ein Loch von der Grösse eines Getreidekorns; der andere Zeigerapparat, der nach Havre zu, hatte keine Störung erlitten und der Zeiger behielt seinen regelmässigen Gang.

Nach Kundmann schmolz der Blitz eine kupferne Nadel, mit welcher ein junges Mädchen seine Haare genestelt hatte, während es selbst unversehrt blieb. Brydone erzählt, dass eine Dame seiner Bekanntschaft, Madame Douglas, während eines Gewitters zum Fenster hinaus sah, der Blitz einschlug und ihren Hut in Asche verwandelte, während ihr selbst kein Unglück zustiess. 1670 schlug der Blitz in eine Kirche zu Stralsund während der Predigt, zermalmte alle Bänke in kleine Splitter, ohne die darauf Sitzenden zu verletzen.*) 1803 riss der Blitz zu Sprechendorf im Jägerndorff'schen allen Weibern in der Kirche die goldenen Hauben ab, tödtete aber nur ein Mädchen.**)

Wenn der Blitz Menschen oder Thiere trifft, welche neben einander in einer Reihe stehen, so sind nach Arage seine Wirkungen gewöhnlich an den beiden Enden der Reihe am verderblichsten. Am 2. April 1785 schlug der Blitz zu Rambouillet in ein Stallgebäude, in welchem zwei und dreissig Pferde in einer einzigen Reihe standen. Dreissig Pferde wurden mit einem Schlage niedergeworfen. Ein einziges blieb auf der Stelle todt; es bildete das eine Ende der Reihe; ein anderes, sehr schwer verletztes, das auch starb, stand an dem entgegengesetzten Ende. Am 22. August 1808 traf der Blitz ein Haus im Dorfe Kronau in der Schweiz. In einem Zimmer des Erdgeschosses sassen fünf Kinder auf einer Bank und lasen. Das erste und letzte fielen auf der Stelle todt nieder; die drei übrigen kamen mit einer heftigen Erschütterung davon. Zu Flavigny (Dep. Côte d'Or) standen fünf Pferde in einem Stalle, in welchen der Blitz hineinfuhr. Die beiden ersten und die beiden letzten wurden getödtet; das fünfte, das in der Mitte stehende, welches blind war, erlitt keine Beschädigung. Diese Erscheinungen, so aussergewöhnlich sie auch erscheinen mögen, erklären sich doch aus der Analogie der Wirkungen des Blitzschlages mit den elektrischen Strömen. Stellt man eine Anzahl von

*) *Ephemer. cur. phys. med.* 1700. p. 69. Zus. des Uebers.
**) Gilbert's Annl. Bd. XV. Zus. des Uebers.

Personen in eine Reihe, so empfinden die erste und letzte den Schlag der Batterie am stärksten. Wenn der Blitz einen metallischen Leiter trifft, so richtet er an der Ein- und Austrittsstelle die beträchtlichsten Zerstörungen an.

Eine einzige Person, sagt Arago, wird bisweilen mitten in einer zahlreichen Gruppe vom Blitze getroffen, ohne dass man die bestimmenden Ursachen dieser Art von Auswahl einsieht; aber will man ehrlich sein, so hat man eine Ursache nicht recht beachtet. Bisweilen befand sich die vom Blitze getroffene Person näher an einer Metallmasse, an einem Wasserstrahle u. s. w., als die anderen. Indessen fügt er hinzu: „zur Zeit eines Gewitters läuft unter sonst ganz gleichen Umständen der eine Mensch durch die Beschaffenheit seiner Constitution mehr Gefahr, als ein anderer.“ Für diese Ansicht spricht folgendes Beispiel. Gegen Ende des Monats Mai 1852 schlug der Blitz in ein Haus zu Brutz (Dep. Ille und Vilaine). Von drei Frauen, welche sich zugleich in demselben Zimmer befanden, wurde die eine getödtet; die beiden anderen geriethen nur in grossen Schrecken. Der Strom elektrischer Maschinen bewegt sich ohne Schwächung durch eine lange Reihe von Menschen, die sich an den Händen fassen und so eine Kette bilden. Es giebt indessen Personen, die plötzlich die Mittheilung hemmen und den Schlag nicht empfinden. Man muss vermuthen, dass solche Personen ausnahmsweise keine Leiter für Blitzstoff sind. Man muss sie also zu den nicht leitenden Körpern rechnen, welche der Blitz verschont, oder die er wenigstens selten trifft.

Wenn der Blitz in ein Pulvermagazin schlägt, so setzt er es gewöhnlich in Feuer und stürzt das Gebäude ein. Dies ereignete sich am 4. Mai 1785 zu Tanger, am 26. Juni 1801 zu Luxenburg; im letzteren Falle kamen dreissig Personen um und über 200 wurden gefährlich verwundet. Ein noch weit grösseres Unglück setzte die Stadt Brescia in Trauer. Am Morgen des 18. August 1769 schlug der Blitz in den St. Nazarius-Thurm, unter welchem sich ein unterirdisches Magazin mit 2,076,000 Pfund, der Republik Venedig gehörigem Pulver befand. Diese ungeheure Pulvermasse entzündete sich gleichzeitig; der sechste Theil aller Gebäude der Stadt Brescia wurde umgestürzt, die übrigen erlitten heftige Erschütterungen und drohten gleichfalls einzustürzen. Dreitausend Menschen verloren das Leben. Der ganze St. Nazarius-Thurm wurde in die Luft gesprengt und fiel wie ein Steinregen zur Erde nieder. Bruchstücke fanden sich in ausserordentlich grossen Entfernungen.

Am 6. November 1856 schlug der Blitz in die Johanniskirche auf der Insel Rhodus, deren Keller als Pulvermagazin benutzt wurde. Die Explosion zerstörte die Kirche nebst vielen benachbarten Häu-

sern und über 200 Leichen sollen aus dem Schutte hervorgezogen worden sein. *)

Diesen schrecklichen Unglücksfällen stellen wir folgende Thatsachen zur Seite, welche in den Wirkungen des Blitzschlages die unbegreiflichsten Anomalien bekunden. Am 5. November 1755 schlug der Blitz in der Nähe von Rouen in das Pulvermagazin zu Maromme, spaltete einen Balken im Dache und zerschlug zwei mit Pulver angefüllte Fässer in kleine Stückchen, ohne jedoch das Pulver selbst zu entzünden. In dem Magazine befanden sich damals 800 solcher Fässer! Dasselbe ereignete sich am 11. Juni 1775 zu Venedig. Bei Tagesanbruch schlug der Blitz in den Thurm des heiligen Secundus, riss die Bretter los, warf sogar die Pulverfässer um, aber zündete nirgends.

1809 schlug der Blitz in die Pulverfabrik bei München ohne zu zünden. **)

Im dritten Bande einer zu Corfu erschienenen Sammlung theilt Professor Orioli folgende beide Fälle mit, welche einige der aussergewöhnlichsten Erscheinungen des elektrischen Fluidums enthalten. Im September 1825 fiel der Blitz auf die Brigantine il Buon Servo, welche in der Bai von Armiro am Eingange in das adriatische Meer vor Anker lag. Aus Aberglauben befestigen die jonischen Seeleute am Fockmaste ihrer Schiffe ein Hufeisen; ein solches befand sich auch auf dem des Buon Servo. Antonio Teodoro von Scarpante besserte eben ein Hemde aus und sass am Ende dieses Mastes, als der Blitz einschlug. Dieser Mensch war auf der Stelle todt, ohne dass man weder eine Brandwunde, noch einen Riss an seinen Kleidungsstücken sehen konnte. Man fand an ihm keine andere Wunde, als die von seiner Nadel, welche tief in sein Dickbein eingedrungen war, herrührende; aber man bemerkte auf seinem Rücken eine schwache gelbe und schwarze Zeichnung, welche am Halse anfing und an den Lenden endigte. Hier war ein ganz deutliches Bild eines Hufeisens von derselben Grösse, wie das am Maste angenagelte.

Der zweite Fall bietet eine grosse Analogie mit dem vorhergehenden. Eine dem Dr. Micalopulo gehörige Brigantine wurde auf der Rhede von Zante vom Blitze getroffen. Fünf Seeleute befanden sich im Vordertheile des Schiffes; drei wachten, zwei waren eingeschlafen. Ungeachtet des Wassers, welches ihre Kleider durchnässte, waren die von zweien unter ihnen angebrannt; bei einem verschwanden alle Haare am Körper, nur die auf dem Kopfe blieben unversehrt. Der eine von den eingeschlafenen Leuten war von dem

*) Nationalzeitung in Berlin. Nr. 555. 26. Nov. 1856. Zusatz d. Uebers.
**) Museum des Wundervollen IX. 47. Zusatz d. Uebers.

Schlage getödtet; man fand ihn auf dem Rücken liegend. Als man denselben, um ihn zu begraben, entkleidete, sah man unter seiner linken Brust eine Nr. 44 abgebildet, von welcher seine Cameraden versicherten, dass sie vorher nicht dagewesen sei. Diese grosse und deutliche Zahl war völlig übereinstimmend mit der metallenen Nummer, welche an dem Taue des Fahrzeuges befestigt war, auf welchem der Blitz beim Einschlagen seinen Weg genommen hatte.*) Ebenso liest man in den *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (25 *janvier* 1847), dass eine Dame Namens Morosa von Laguno, die während eines Gewitters in der Nähe eines Fensters sass, eine Erschütterung erlitt, welche übrigens ohne alle nachtheiligen Folgen blieb; aber eine Blume, welche sich auf dem Wege des elektrischen Stromes befunden hatte, war deutlich auf ihrem Schenkel abgebildet. Sie behielt diesen Abdruck ihr ganzes Leben lang.

Wenn diese Beispiele auch nicht sehr zahlreich sind, so beweisen sie doch eine der merkwürdigsten Eigenschaften des Blitzschlages. Ist diese Eigenschaft aussergewöhnlicher, wie der Abdruck einer Münze durch den elektrischen Strom auf einem Harzkuchen und die Bilder auf einer Metallplatte mittelst des Lichtes? Wir meinen nicht, und vielleicht wird man noch entdecken, dass diese wunderbaren Wirkungen auf demselben Principe beruhen und nach denselben Gesetzen erfolgen.

NEUNTES CAPITEL.

Von den Mitteln, sich gegen den Blitzschlag zu sichern.

Blitzableiter.

„Ist die Gefahr, vom Blitze erschlagen zu werden, gross genug, um vernünftiger Weise den Mitteln, ihr zu entgehen, einen grossen Werth beizulegen?“ Dies ist die Frage, welche von Arago aufgeworfen wird und die er bejahend beantwortet, nachdem er sie in dreifacher Beziehung: auf die Gefahren, welche Gebäuden, welche Schiffen und endlich welche den Menschen persönlich drohen, behandelt hat.

Der Blitz hat beim Einschlagen in Privatgebäude bisweilen grossen Schaden angerichtet, mehrere Personen getödtet und verletzt. Aber ist das Unheil nicht noch fürchterlicher, wenn er auf öffentliche

*) *Académie des sciences*, 5. Mai 1847.

Gebäude schlägt, wo sich oft eine grosse Zahl von Personen gleichzeitig befindet? Wir haben den Blitzschlag erwähnt, welcher das Pulvermagazin zu Brescia in die Luft sprengte, den Tod von 3000 Menschen zur Folge hatte und einen Theil dieser schönen Stadt zerstörte. Mehrere Pulvermühlen haben ein gleiches Schicksal erfahren.

Am 20. März 1784 drang der Blitz in den Schauspielsaal zu Mantua. Von den 400 Personen, die sich daselbst befinden mochten, tödtete er zwei und verwundete er zehn. Er schmolz überdies Uhrschlüssel, Ohrringe, spaltete Diamanten, ohne die Personen, welche diese Sachen trugen, irgend wie zu verletzen. Als es in der Nacht des 26. Juli 1759 in das Stadttheater von Feltre einschlug, sollen alle Flammen ausgelöscht, eine grosse Zahl der Zuschauer getödtet und alle anderen mehr oder weniger verletzt sein.

Schon im Alterthume hatte man die Beobachtung gemacht, dass der Blitz gern in hervorragende Stellen einschlägt, und eine grosse Zahl von Beispielen aus der neueren Zeit bestätigt dasselbe. Im Jahre 1417 entzündete der Blitz die hölzerne Pyramide, welche die Spitze des St. Marcusthurmes in Venedig bildete. Die Pyramide wurde wieder aufgebaut und am 12. August 1489 durch einen Blitzschlag abermals in Asche gelegt. Am 23. April 1745 wurde sie nochmals getroffen. In der Nacht vom 25. zum 26. April 1760 entzündete der Blitz die Liebfrauenkirche (Notre-Dame) zu Ham und zerstörte dies schöne Gebäude vollständig. Am 27. Juli 1759 verbrannte in Folge eines Blitzschlages das ganze Holzwerk des Daches des Strassburger Münsters.

Die Zahl der vom Blitze getroffenen Kirchen ist in der That beträchtlich. Man muss diesen besonderen Umstand dem hohen Hervorragen und der Form der Kirchthürme zuschreiben, so wie den metallischen Theilen, welche bei dem Baue dieser Gebäude verwendet werden. In der einen Nacht vom 14. zum 15. April 1718, am Charfreitage, schlug der Blitz in 24 Kirchthürme auf dem längs der Küste der Bretagne zwischen Landernau und Saint-Pol-de-Léon gelegenen Landstriche. Am 11. Juni 1775 tödtete der Blitz vier Kinder, welche unter dem Kirchthurme des Dorfes Aubigny Schutz gesucht hatten, und zu gleicher Zeit drei Leute, welche die Glocken läuteten. Ein deutscher Gelehrter [99]) zählte 1783 zusammen, dass der Blitz im Laufe von 33 Jahren in 386 Kirchthürme eingeschlagen und 121 beim Läuten beschäftigte Personen getödtet hatte. Die Zahl der Verletzten war noch viel beträchtlicher.

Einen grossen Theil dieser Unglücksfälle hat man der Gewohnheit, bei einem Gewitter die Glocken zu läuten, zugeschrieben. Wir haben bereits angeführt, dass in einer einzigen Nacht in der Bretagne

24 Kirchen vom Blitze getroffen wurden. Fontenelle sagt: der Blitz schlug gerade in die Thürme, auf denen man die Glocken läutete, um das Gewitter zu zerstreuen, und nach Deslandes, der hierüber der Academie zu Paris einen Bericht abstattete, blieben die benachbarten Kirchen verschont, auf denen man nicht läutete. Arago bemerkt, dass der Bericht von Deslandes zu lakonischer Art sei und nicht den Charakter eines überzeugenden Beweises an sich trage, dass deshalb die Wissenschaft die aus demselben gezogenen Folgerungen nur einfach als wahrscheinlich verzeichnen könne. Die Gewitter, sagt derselbe, verwüsten bisweilen lange Landstriche in sehr geringer Breite. Lagen nun die verschont gebliebenen Kirchen nicht vielleicht ausserhalb des Striches, über welchen die Gewitterwolken hinzogen? Als im August 1769 der Blitz in den Thurm zu Passy ungeachtet des Läutens eingeschlagen hatte, erklärte man sich vielfach gegen diesen Gebrauch; aber aus den angestellten Untersuchungen ergab sich, dass man während der langen Dauer des Gewitters zu Auteuil und Chaillot ununterbrochen geläutet hatte, und doch erlitten diese beiden Kirchen keinen Schaden. Im Jahre 1781 glaubte der Abbé Needham durch Versuche, die freilich, wenn man die Wahrheit gestehen will, wenig beweisend waren, dargethan zu haben, dass das Läuten der Glocken während eines Gewitters gänzlich ohne Einfluss sei, dass dies weder nütze, noch schade, dass es das Gewitter weder anziehe, noch zerstreue. Wie dem nun auch sein möge, es ist, nach Arago, bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft nicht erwiesen, dass das Glockenläuten die Gefahr beim Gewitter vermehrt; gleichwohl ist, und zwar im Interesse der Läuter, dringend anzurathen, die Glocken nicht in Schwung zu setzen. Der Blitz trifft die hohen Gegenstände und besonders die Spitzen der Kirchthürme. Der hanfene Strick, welcher an der Glocke hängt und gewöhnlich mit Feuchtigkeit getränkt ist, führt die Entladung bis zur Hand des Läuters. Daher kommen so viele beklagenswerthe Fälle.

Wenn schon der Blitz schreckliches Unheil beim Einschlagen in Gebäude veranlasst, so sind die Blitzschläge doch noch weit gefährlicher und schrecklicher auf den Schiffen! Es handelt sich dann nicht etwa nur um einen materiellen Schaden von mehreren Millionen, sondern um das Leben einer grossen Anzahl von Matrosen und Soldaten, welche nur durch einige Bretter, welche der Blitz in Asche verwandeln kann, von der Ewigkeit getrennt sind. Es ist zwar wahr, dass die Gewitter auf hohem Meere weniger häufig sind, als an den Küsten und auf dem Festlande; indessen hat Arago eine ziemlich grosse Zahl von Schiffen aufgeführt, welche durch den Blitzschlag mehr oder weniger beschädigt worden und bisweilen sogar untergegangen sind. Dieser Gelehrte hat bei seiner Lectüre alle Ereignisse dieser Art notirt, die von Seeleuten mitgetheilt wurden, und die Zahl steigt auf 72.

Der grösste Theil der Schiffe war an dem Mastwerke am beträchtlichsten beschädigt. Am 2. September 1813 wurden von 13 Linienschiffen an der Mündung der Rhone während desselben Gewitters fünf vom Blitze getroffen. Bei mehreren dieser Unglücksfälle litt die Mannschaft nicht weniger als die Masten und die Schiffskörper. Im Jahre 1799 wurden auf dem Schiffe Cambrian in Plymouth zwei Leute getödtet und zwei und zwanzig verwundet; auf dem Sultan wurden 1808 in Mahon sieben Mann getödtet, und drei stark verbrannt; 1809 wurden auf dem Schiffe Repulse in der Bai von Rosas neun Matrosen getödtet; 1833 verloren am Bord der österreichischen Fregatte Leipzig in dem Kanale von Cephalonia drei Matrosen das Leben und fünf wurden verwundet. Mehrere Schiffe, namentlich der Hannibal von Boston und der Logan von New-York verbrannten total; das englische Schiff Resistance von 44 Kanonen und der Loup-cervier (Luchs) verschwanden nach einigen Blitzschlägen spurlos mitten in dem Geschwader, zu welchem sie gehörten; das Schiff York von 64 Kanonen wurde entweder vom Blitze in die Luft gesprengt oder versenkt: seit seinem Einlaufen in das mittelländische Meer hat man nämlich keine Kunde von ihm wieder erhalten. Das Schiff Golden-Light hatte eben Boston verlassen, um nach San Francisco zu segeln, als es am 15. Februar 1853 vom Blitze getroffen wurde; es fing Feuer und die Passagiere sahen sich genöthigt, auf die Boote zu fliehen; der grösste Theil von ihnen kam um.

Bei dem Gedanken an solche Unglücksfälle scheinen die einzelne Personen betreffenden von geringem Belange; überdies ist die Zahl der vom Blitze erschlagenen Personen nicht sehr beträchtlich: zu Göttingen zählte man in einem Jahrhunderte nur drei solcher Fälle und zu Halle nur zwei. In Paris und überhaupt im Innern der Städte sind die Blitzschläge, welche den Tod zur Folge hatten, sehr selten, wiewohl wir überzeugt sind, dass nicht alle Fälle bekannt geworden und einregistrirt sind. Nach Volney meldeten im Sommer 1797 vom Monat Juni bis Ende August die Zeitungen der Vereinigten Staaten 84 schwere Verletzungen und 17 Todesfälle. Während der Gewitter, welche vom 25. bis 29. Mai 1853 in einem kleinen Kreise um Paris herrschten, schlug der Blitz mehrmals ein und drei Personen wurden getödtet: die eine in ihrem Zimmer zu Brutz; die andere, welche unter einem Baume Schutz gesucht hatte, in der Umgegend von Biermont (Dep. Oise); eine dritte zu Arthel (Dep. Nièvre) am Abende des 28. Mai. Die letztere war eine Hausfrau, die in ihrer Wohnung mitten unter ihren Kindern und in Gegenwart ihres Gatten auf einem Sessel sass. Mitten in einem heftigen Gewitter schlug der Blitz ein und plötzlich schien die ganze Wohnung in Flammen zu stehen. Die Mutter allein wurde zu Boden gestreckt; man trug sie auf ihr Bett, aber obgleich sie noch einige Lebenszeichen

von sich gab, starb sie doch bald darauf. Wir haben endlich gesehen, dass der Blitz, wenn er auf öffentliche Gebäude oder auf Schiffe fällt, oft zahlreiche Opfer fordert. Wenn nun auch die Wahrscheinlichkeit, vom Blitze erschlagen zu werden, sehr gering ist, kann man deswegen Kämtz[100]) beistimmen, dass die Furcht, vom Blitze getroffen zu werden, nicht zu rechtfertigen und einzig und allein den Vorurtheilen zuzuschreiben sei, welche mit der Muttermilch durch den Unverstand der Erzieher eingesogen werden? Gewiss nicht. Die ganze Erscheinung in ihrer Grossartigkeit, der Gedanke an einen plötzlichen Tod und die mit einem solchen verbundenen Nebenumstände lassen die Furcht bis zu einem gewissen Grade natürlich erscheinen. Ist diese Furcht nicht oft berechtigt, und ist sie nicht oft die mahnende Stimme eines unruhigen Gewissens? Uebrigens führen, wie Arago sagt, das lebhafte und plötzliche Licht, welches den Blitzschlag begleitet, seine wiederhallenden Donnerschläge unwillkürliche Nervenreizungen mit sich, denen selbst sehr stark organisirte Leute sich nicht immer entziehen können. Es würde also nicht eben vernünftig sein, die Vorsichtsmassregeln zu vernachlässigen, welche die Erfahrung an die Hand gegeben hat, um sich vor dem Blitzschlage zu sichern. Sich einer kleinmüthigen Angst hinzugeben, würde ebenso unsinnig sein, als wenn man während eines Gewitters sich gerade absichtlich unter Bäume oder unter Thürme stellen wollte, da der Blitz in diese vorzugsweise einschlägt.

Die von Franklin angegebenen Blitzableiter sind das einzige wirksame Mittel, sich gegen den Blitzschlag zu schützen. Die auf Befehl des französischen Ministers des Innern veröffentlichte Instruction, welche die Abtheilung der Academie der Wissenschaften für Physik zu Paris ausgearbeitet hat, lässt in Betreff dessen, was sich auf die Einzelheiten ihrer Construction bezieht, nichts zu wünschen übrig. Ein Blitzableiter besteht aus einer zugespitzten metallenen Auffangestange und einem Leiter. Die oft bis 30 Fuss lange Auffangestange wird von einer konischen, sich von unten nach oben verjüngenden Eisenstange gemacht und endigt in eine Gold- oder Platinspitze, welche in einer Länge von 10 bis 12 Fuss an eine Messingstange angeschweisst ist. Man befestigt sie sorgfältig an dem höchsten Punkte der Gebäude oder der Schiffe, welche man schützen will. Der Leiter ist ein Eisenstab oder besser ein Tau von Eisen- oder Kupferdraht, welches sich an den unteren Theil der Auffangestange anschliesst und bis in eine feuchte Stelle des Erdbodens oder in einen stets Wasser haltenden Brunnen herabgeführt wird. Am 9. Juni 1819 schlug der Blitz in die höchste Spitze des Domes zu Mailand ungeachtet des darauf angebrachten Blitzableiters; aber bei näherer Untersuchung ergab sich, dass der Leiter in einen Brunnen ohne Wasser geführt war.

Gewisse Bedingungen sind unerlässlich, wenn ein Blitzableiter seine volle Schuldigkeit thun und der Gefahr der Blitzschläge vorbeugen soll. Die Auffangestange muss in eine sehr feine und nicht oxydirbare Spitze, wie die Gold- und Platinspitzen sind, ausgehen. Ausserdem muss der Leiter von angemessenen Dimensionen sein und mit dem Erdboden ohne irgend eine Unterbrechung in Verbindung stehen. Wenn sein Volumen nicht ausreichend ist, kann es kommen, dass er geschmolzen wird. Richmann's Beispiel, der durch einen starken Funken einer Auffangestange, deren Leitung er, um die Elektricität der Wolken zu studiren, in sein Zimmer geführt hatte, getödtet wurde, zeigt die Gefahr der unterbrochenen Leitung an den Leitern in ihrer ganzen Grösse. Um eine vollständige Verbindung mit dem Erdboden zu erreichen, muss man endlich Sorge tragen, dass recht viele Berührungsstellen vorhanden sind, weshalb man den Leiter in mehrere Arme verzweigt, welche man durch ebenso viele mehr oder minder lange Gräben an eine feuchte Stelle oder in einen Brunnen führt. Wenn der Leiter mit einer natürlichen Wasserfläche in Verbindung steht, genügt es, ihn ungefähr 3 Fuss tief einzutauchen. Um die Verzweigungen des Eisens gegen Rost zu schützen, umgiebt man sie mit Holzkohle.

Die Weite der schützenden Wirkungssphäre der Blitzableiter kennt man noch nicht genau. Als die Abtheilung der Academie der Wissenschaften für Physik zu Paris von dem Kriegsminister im Jahre 1823 hierüber um Rath gefragt wurde, entschied man sich für die Ansicht von Charles und nahm an, dass ein Blitzableiter eine Zone schütze, deren Radius doppelt so gross ist, als die Höhe der Auffangestange beträgt. Aber ist die schützende Wirkung innerhalb dieser Grenzen zuverlässig und erfüllt sie die von uns aufgestellten Bedingungen? Einige Beispiele, deren Anzahl allerdings sehr klein ist, scheinen das Gegentheil zu beweisen. So fiel am 15. Mai 1777 der Blitz auf das Pulvermagazin zu Purfleet, 2 bis 3 Meilen von London, ungeachtet des Blitzableiters, welchen Franklin und Cavendish auf demselben hatten errichten lassen. Am 17. Juni 1774 wurde einer von den vier Schornsteinen des Wohnhauses eines Herrn Haffenden zu Tenterden vom Blitze getroffen, obgleich einer von ihnen mit einem Blitzableiter versehen war. Am 17. Juni 1781 fuhr ein heftiger Blitzschlag in das grosse Armenhaus zu Heckingham, ungeachtet der acht Blitzableiter, welche sich auf demselben befanden. Indem Arago diese drei Fälle, und einige andere derselben Art mittheilt, bemerkt er, dass in denselben die Construction der Blitzableiter nicht alle nothwendigen Bedingungen erfüllt habe. Zu Purfleet war die Spitze der Auffangestange nicht spitz genug; zu Tenterden hatte der Leiter eine nicht ganz untadelhafte Form; die an dem Armenhause zu Heckingham vom Blitze getroffene Stelle war endlich ausserhalb der

Sphäre, welche nach den geltenden Ansichten der Blitzableiter wirksam schützen konnte. Abgesehen von Fehlern in der Construction bieten die Blitzableiter keinen zuverlässigen Schutz gegen den Blitzschlag, wenn sich in der Nähe der Auffangestange metallische Dächer von grosser Fläche befinden oder in der Nachbarschaft Körper stehen, welche dieselben noch überragen.[101])

Seit Franklin's Erfindung ist ungefähr ein Jahrhundert verstrichen und jetzt hat die Erfahrung zu Gunsten derselben entschieden. Gleichwohl hielten von Anfang an selbst verdienstvolle Naturforscher, z. B. Nollet, die Blitzableiter eher für gefährlich als nützlich und meinten, dass sie die Anzahl der Blitzschläge zu vermehren geeignet wären. Diese irrige Ansicht findet noch immer einige Anhänger. Dass der Blitz bisweilen auf Auffangestangen, welche mit einer guten Leitung versehen sind, fällt, ist zwar wahr, aber die Blitzableiter, sagt Arago, sollen eben die Blitzschläge unschädlich machen; überdies aber wird durch ihren Einfluss die Anzahl der Schläge bedeutend verringert. Der Thurm der Marcuskirche zu Venedig hat eine Höhe von nicht weniger als 330 Fuss und nach den in dieser Stadt gesammelten Notizen ist dies Bauwerk oft durch Blitzschläge beschädigt worden. Seit 1776, wo man einen Blitzableiter anbrachte, ist es vollständig verschont geblieben.

Wenn der Blitz mitten in eine Flotte schlägt, laufen die mit Blitzableitern versehenen Schiffe fast gar keine Gefahr, während die anderen oft schwere Havarie erleiden. Im Januar 1814 schlug der Blitz im Hafen von Plymouth ein. Von den zahlreichen Schiffen, welche hier lagen, wurde nur eins, der Milford, getroffen, und dies war auch das einzige ohne Blitzableiter. Im Januar 1830 fuhren drei schreckliche Blitzschläge auf den Blitzableiter des englischen Kriegsschiffes Aetna, dasselbe erlitt aber durchaus keinen Schaden; die Kriegsschiffe Madagascar und Mosqueto, welche keine Blitzableiter hatten, wurden gleichzeitig getroffen, jedoch mit dem Unterschiede, dass sie beträchtliche Beschädigungen erfuhren. Am 11. Juli 1852 beschädigte der Blitz die Dampfcorvette le Patriote, die zu Cherburg in Ausbesserung lag, bedeutend. Ebenso ist der Blitz mehrmals auf die Alceste gefallen, aber die Blitzableiter, mit welchen dies Schiff versehen war, haben es vor jedem Schaden bewahrt. „Folgendes Beispiel lässt uns gewissermassen die Natur auf der That ertappen. Am 21. Mai 1831 war das Kriegsschiff Caledonia, während eines sehr heftigen Gewitters in der Bai von Plymouth unter Segel. Von der Stadt aus sah man den Blitz in geringen Entfernungen vom Schiffe in das Meer schlagen; auch am Strande schlug er ein und veranlasste dort mehrere Unfälle. Die mit Blitzableitern versehene Caledonia wurde mitten unter diesen Blitzschlägen

nicht getroffen und fuhr mit derselben Sicherheit, wie bei heiterem Wetter.“ [102])

Nach dem Orientalisten Michaelis in Göttingen hat in einem Zeitraume von 10 Jahrhunderten, obgleich in Palästina sehr starke und sehr zahlreiche Gewitter vorkommen, der Blitz nicht ein einziges Mal in den Tempel Salomo's zu Jerusalem geschlagen. „Da der Tempel, sagt Arago, inwendig und auswendig getäfelt war, hätte er gewiss Feuer gefangen, wenn er von einem starken Blitzschlage getroffen worden wäre. Durch einen zufälligen (?) Umstand, fügt derselbe hinzu, war der Tempel zu Jerusalem mit Blitzableitern versehen, welche den jetzt üblichen, von Franklin erfundenen Apparaten ähnlich waren! Das mit stark vergoldetem Cederholze getäfelte, auf italienische Weise gebaute Dach des Tempels war von einem Ende zum anderen mit langen zugespitzten und vergoldeten Eisen- oder Stahlstangen besetzt.[103]) Die Aussenseiten des Gebäudes waren ebenfalls in ihrer ganzen Ausdehnung mit stark vergoldetem Holze bekleidet. Endlich waren unter dem Vorhofe des Tempels Cisternen, in welche das Wasser von den Dächern sich durch metallene Röhren ergoss.“ Wir finden hier sowohl die Auffangestangen der Blitzableiter, als auch einen solchen Ueberfluss von Ableitungen, dass Lichtenberg mit vollem Rechte behaupten konnte, nicht der zehnte Theil der Apparate unserer Tage biete hinsichtlich der Construction auch nur annähernd eine so befriedigende Vereinigung günstiger Umstände dar.

Die Erfindung der Blitzableiter war nicht die Frucht eines Zufalles, sondern man verdankt sie einzig und allein Franklin's Scharfsinn. Kaum war die Elektricität der Wolken entdeckt, als dieser grosse Mann den Entschluss fasste und ausführte den Blitz im Schoose der Wolken aufzusuchen und ihn von da unschädlich in das Innere der Erde zu leiten. Dass der Stoff, welcher gewöhnlich unsichtbar und geräuschlos längs der Auffangestangen und der Ableitung abfliesst, der Blitzstoff sei, dessen Eigenschaften er alle besitzt, unterliegt keinem Zweifel. Wenn in der Ableitung eine Lücke von einigen Linien sich befindet, so sieht man, so lange das Gewitter anhält, diese mit Lichtstrahlen entweder mit oder ohne Unterbrechung ausgefüllt. Dieses Ausströmen ist gewöhnlich mit einem leisen Zischen oder mit donnerähnlichem Knallen (Platzungen) begleitet. Arago fragt nun,[104]) ob der Blitzstoff, welchen spitze Blitzableiter den Wolken entziehen, beträchtlich sei? Von dem berühmten Beccaria zu Turin angestellte Versuche scheinen ihm die Frage auf völlig genügende Weise zu beantworten. Dieser Physiker hatte an zwei von einander sehr entfernten Stellen des Palastes Valentino zwei dicke, von isolirenden Körpern gehaltene Metalldrähte angebracht. In geringer Entfernung von jedem dieser Drähte befand sich unter-

halb derselben eine Ableitung, welche bis zum Boden reichte. Zur Zeit eines Gewitters sprangen nun unaufhörlich Funken zwischen den oberen und unteren Drähten über. In weniger als 10 Secunden zeigten sich 100 Funken. Diese Quantität Blitzstoff wäre ausreichend gewesen, Menschen zu tödten; folglich entzog während eines Gewitters jede Auffangestange in einer Stunde den Wolken eine Quantität elektrischer Materie, welche 360 Menschen hätte tödten können, und da der Palast Valentino sieben pyramidale Dächer hatte, die mit Metall gedeckt waren, welche durch metallene Dachrinnen mit der Erde in leitender Verbindung standen, so hielt sich Arago zu der Annahme berechtigt, dass innerhalb einer Stunde dies einzige Gebäude mit seinen Spitzen den Gewitterwolken eine solche Quantität Blitzstoff entzog, welche ausgereicht hätte, über 3000 Menschen zu tödten. So versichern auch Toaldo und andere Naturforscher, dass sie Wolken gesehen hätten, die von lebhaften Blitzen durchzuckt worden seien, aber nachdem sie über eine Reihe von Blitzableitern weggezogen wären, plötzlich sich in gewöhnliche Wolken, aus denen kein Lichtfunke hervorgebrochen sei, verwandelt und ausgelöschten Kohlen ähnlich gesehen hätten.

Die Versuche von Romas haben ebenso bewiesen, dass es in der Macht des Menschen steht, den Wolken ihren Gewittercharakter und ihre oft so verderblichen Eigenschaften zu nehmen. Dieser unerschrockene Physiker bemerkte mehrmals, dass während der Dauer seiner Versuche die Blitze und der Donner gänzlich aufhörten. Arago wundert sich, dass dergleichen Versuche die Meteorologen niemals veranlasst haben, sich der elektrischen Drachen zu bedienen, um der Bildung von Hagelwolken in den Gegenden vorzubeugen, in denen diese Plage die Felder verwüstet und unberechenbaren Schaden anrichtet. „Die Annahme ist nicht zu gewagt, sagt derselbe, dass man durch dies Verfahren die stärksten Gewitter verhindern würde zur vollständigen Ausbildung zu kommen.“

Die Theorie der Blitzableiter beruht auf dem Principe, dass die metallenen Spitzen den Gewitterwolken den Blitzstoff entziehen, mit welchem sie geladen sind, und dass sie der Explosion des Blitzes entgegenwirken, indem sie die durch die entgegengesetzten Flüssigkeiten zwischen der Wolke und der Erde erzeugte Spannung verhindern. Wird diese scheinbar so einfache und so einleuchtende Theorie unbestritten angenommen? Wenn man folgende Stelle eines der ersten Physiker unserer Zeit liest, so wird man zweifelhaft. „Die Flüssigkeit, welche durch die Spitze des Blitzableiters in so reichlichem Maasse ausströmt, verbreitet sich in die Luft, welche sie umgiebt, und durch die Anziehung, welche die Gewitterwolke auf sie ausübt, fortgerissen, kommt sie zu der Wolke selbst und

neutralisirt zum Theil die entgegengesetzte Elektricität, mit welcher diese geladen ist. Wenn also eine Gewitterwolke dem Blitzableiter nahe genug ist, um vertheilend auf ihn und die ableitenden Körper in der Nachbarschaft wirken zu können, so wird auch sogleich ihre elektrische Kraft durch das Zuströmen der entgegengesetzten Elektricität, welche in grösserer oder geringerer Reichhaltigkeit von dem Ende der Auffangestange ausgeht, geschwächt. Je mehr sich die Wolke nähert, desto stärker wirkt ihre zersetzende Kraft, desto mehr entgegengesetzte Elektricität empfängt sie aber dann auch durch die Auffangestange." *)

Die grosse Anzahl von Erfahrungen an zerbrochenen Ableitungen gestattet keinen Zweifel darüber, dass in den meisten Fällen die von dem Blitzableiter herabgezogene Materie von den Wolken kommt. Indessen steht der Annahme nichts entgegen, dass unter gewissen Umständen die Elektricität der Erde selbst in reichem Maasse durch die Ableitung und die Auffangestange des Blitzableiters ausströmt, um sich mit der Elektricität der Atmosphäre zu mischen, diese zu neutralisiren und so theils der Wolkenbildung, theils der Spannung, welche die Blitzschläge zur Folge hat, vorzubeugen. Wie dem auch sein möge, der Nutzen der Blitzableiter wird nicht ernstlich in Zweifel gezogen werden können; denn es ist nicht etwa nur eine geistreiche Theorie, welche für denselben spricht, sondern die Anzahl und das Gewicht der Thatsachen haben seit lange ihn unbestreitbar herausgestellt.

Die Erfahrung bestätigt in gleicher Weise, dass der Blitzableiter das einzige zuverlässige Mittel ist, sich gegen den Blitzschlag zu schützen. Im Alterthume galt es für ausgemacht, dass der Blitz nie über 5 Fuss in das Innere der Erde eindringe, weshalb auch, nach Sueton, Augustus sich bei Gewittern in einen niedrig gelegenen und gewölbten Ort zurückzog. Er trug stets, sagte derselbe Geschichtschreiber, eine Seekalbshaut am Körper, die bei den Römern als ein sicheres Schutzmittel gegen den Blitzschlag galt. Mit ebenso wenig Berechtigung hat man dies Privilegium auch den Schlangenhäuten ertheilt. Alle Naturforscher wissen, dass die Seide die Wolle, der Wachstaffet für die elektrische Flüssigkeit nicht so leicht durchgänglich sind, wie die Zeuge aus Leinen, Hanf und Baumwolle; so haben wir auch oben gesehen, dass bei dem Blitzschlage zu Chateauneuf der diensthuende Priester, welcher einen seidenen Ornat trug, nicht getroffen wurde. Doch ist es durchaus nicht ausgemacht, dass irgendwelche Stoffe gegen alle Gefahren des-

*) *Pouillet*, *Elém. de phys. expérim.*, *t.* II. p. 710; vergl. Müller's deutsche Bearbeitung: 4. Aufl. II. S. 752.

Blitzschlages entschieden schützen können. Dies würde selbst von einer Glashülle gelten; denn man hat oft gesehen, dass der Blitz in Glasscheiben ein rundes Loch geschlagen hat. Als der Blitz am 15. Juni 1776 in den Palast Minuzzi einschlug, durchbohrte oder zerschlug er über 800 Scheiben.

Volta betrachtete grosse Feuer als die besten Mittel, Gewittern vorzubeugen oder sie weniger gefährlich zu machen. Als Beleg für diese Ansicht hat man meteorologische Beobachtungen aus England angeführt, woselbst nämlich die Ackerbau treibenden Gegenden mehr Gewitter erleben, als die Bergbau treibenden Districte; aber nach Arago's Bemerkung kann das seltene Vorkommen der Gewitter hier auch ebensowohl von der Natur des Bodens, als von dem Einflusse der bedeutenden Feuer, welche die Arbeiten in den Hohöfen erfordern, herrühren.

Die Seeleute halten es für ausgemacht, dass der Donner des schweren Geschützes die Gewitterwolken zerstreut. Den Gebrauch, beim Anzuge von Gewittern Kanonen oder Böller abzufeuern, hat man in einigen Ortschaften lange Zeit beibehalten. Arago, der die meteorologischen Register des Pariser Observatoriums nachschlug, hat die Ueberzeugung gewonnen, dass an den Tagen, an denen von der Artillerieschule zu Vincennes Schiessübungen gehalten werden, der Witterungszustand sich nicht ändert. Er hat sogar gefunden, dass unter 662 Uebungstagen 158 trübe waren, während dies nur 128 Mal an den Tagen vor und 146 Mal an den Tagen nach der Uebung der Fall war, so dass man hiernach schliessen möchte, dass der Kanonendonner, weit entfernt die Wolken zu zerstreuen, sie vielmehr hervorruft und zurückhält. Wir führen noch zwei Fälle an, welche derselbe der Meinung der Seeleute entgegenstellt. Durch ein sonderbares Zusammentreffen wurde der Duke, ein englisches Kriegsschiff von 90 Kanonen, im Jahre 1793 vom Blitze getroffen, während es mit einer Batterie auf Martinique Schüsse wechselte. Im Jahre 1711 brauchte das Geschwader von Duguay-Trouin, welches aus den Kriegsschiffen Lys, Magnanime, Brillant, Achilles, Glorieux, Mars, den Fregatten l'Aigle, Amazone, Argonaut, Bellona zusammengesetzt war, den ganzen 11. September um den Eingang zur Rhede von Rio-Janeiro zu forciren, der durch eine furchtbare Artillerie vertheidigt wurde. In dem Zeitraume vom 12. bis zum 20. war ein ununterbrochener Kampf mit kleinem Gewehre und grobem Geschütze. Die Portugiesen liessen mehrere Minen springen, steckten Magazine an, sprengten ihre Kriegsschiffe in die Luft; am 20. endlich, dem Tage der Eroberung des Platzes, donnerten die Kanonen ohne Unterbrechung; in der Nacht folgte auf das von dem Admiral gegebene Zeichen ein allgemeines Feuer der Batterien und der Kriegsschiffe, und alles dies Schiessen verhinderte

nicht, dass ein Gewitter ausbrach, welches nach dem Berichte Duguay-Trouin's von gewaltigen und schrecklichen Donnerschlägen und von fast ohne Unterbrechung auf einander folgenden Blitzen begleitet war.

Franklin hat für Personen, welche bei einem Gewitter Schutz gegen den Blitzschlag suchen, einige Verhaltungsregeln gegeben. Im Inneren der Häuser vermeide man die Nähe der Schornsteine, der Fenster, der Vergoldungen und aller metallenen Gegenstände. Einige Meteorologen versichen, dass der Blitz gewöhnlich an der Südseite und fast niemals an der Nordseite der Gebäude einschlage. Ein auf Glas in einem geräumigen Zimmer stehender Stuhl, eine an seidenen Schnüren hängende Hängematte würden die geeignetsten Mittel sein, die Gefahr zu verringern, ohne sie jedoch ganz zu beseitigen. Wind und Zugluft scheinen keinen Einfluss auf die Richtung des Blitzschlages zu haben; dass es gefährlich sei zur Zeit eines Gewitters zu laufen, ist also nicht ausgemacht. Eine grosse Zahl trauriger Fälle hat gezeigt, dass der Blitz gern auf Kirchthürme und Bäume schlägt, unter denen man leider nur zu oft Unverständige Schutz gegen den Regen suchen sieht.

Wenn wir einige Vorsichtsmassregeln gegen den Blitzschlag mittheilen, sind wir doch weit entfernt, dieselben zu empfehlen oder gar dieselben in Schutz zu nehmen. Begreiflicherweise wird man sich nicht absichtlich einer Gefahr aussetzen, indem man sich unter Bäume oder unter Gebäude stellt, die oft vom Blitze getroffen werden. Das wäre gegen den gesunden Menschenverstand. Aber wer lacht nicht mitleidig, wenn er vernimmt, dass Augustus bei Gewittern in einen Keller floh, und als Schutzmittel gegen den Blitz eine Seekalbshaut trug? Ein solches Verhalten charakterisirt den grausamen Tyrannen, der mit dem Blute Anderer so verschwenderisch umging, der Cicero und sogar seinen eigenen Beschützer den Henkern seines Mitschuldigen Preis gab; es ist dies des Feiglings würdig, welcher sich während der Schlacht bei Actium im untersten Raume seines Schiffes verbarg. Wir finden diese kleinmüthige Angst bei dem scheusslichen Tiberius wieder, dieser blutdürstigen und niederträchtigen Seele, der, um sich gegen den Blitzschlag zu schützen, einen Lorbeerkranz auf sein Haupt setzte. Es ist für die durch so grosse Verbrechen geschändete und mit Blut besudelte Menschheit tröstlich, diese gekrönten Scheusale, welche weder göttliche noch menschliche Gesetze achteten und jede Maske, selbst die der Tugend, annahmen, zittern zu sehen, während sie über ihr tägliches Treiben straflos triumphirten. Ist nicht diese geheime und unwillkürliche Angst eines Octavius, Tiberius und Caligula die rächende Mahnung des bösen Gewissens? Einmal ist es ein im Dunkeln blinkender Dolch, ein anderes Mal der in den Wolken rollende

Donner, welcher die, welche nichts fürchten, daran erinnert, dass es über ihnen eine Gerechtigkeit und einen Richter, dem man nicht entgehen kann, giebt.

ZEHNTES CAPITEL.

Von der thierischen Elektricität.

Hallé und Nysten sagen: „Es ist nicht unmöglich, dass mehrere Vorgänge bei belebten und organisirten Wesen durch die Elektricität gewissermassen bestimmt und geregelt werden.“ Seit der zweiten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts und besonders seit den schönen Entdeckungen des berühmten Professors aus Bologna hat eine grosse Anzahl tüchtiger Naturforscher die Lebensfunctionen durch Vermittelung eines elektrischen Agens zu erklären gesucht; nichts desto weniger sind die Physiker und Physiologen noch getheilter Ansicht über diese grosse Frage, die, so oft sie auch aufgeworfen wurde, doch niemals in einer Weise gelöst ist, welche auch die letzten Zweifel beseitigt hätte.

Die Elektricität bildet um alle Körper eine Art Atmosphäre und dringt bis zu ihren innersten Elementartheilchen ein; sie ist sogar in den beiden Atomen, welche eine unbekannte Kraft, die Verwandtschaft oder Affinität, vereinigt hat, vorhanden. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der menschliche Körper von derselben durchdrungen ist, und da er in seiner ganzen Oberfläche mit der Luft in Berührung steht, ist er auch den so veränderlichen Einflüssen derselben ausgesetzt. Uebrigens ist derselbe wegen der flüssigen Theile, welche er enthält, ein ganz vorzüglicher Leiter des elektrischen Fluidums. Im Jahre 1767 wurde de Saussure mit seinen Reisegefährten auf dem Breven in den Hochalpen von dichtem Nebel eingehüllt. Auf einmal merkten sie, dass sie elektrisch geworden waren, als ob es durch eine Elektrisirmaschine geschehen sei. Als sie die Hände erhoben, sprangen aus ihren Fingerspitzen starke und glänzende Funken, welche von einer Art Prickeln begleitet waren. Jalabert, dessen Hut mit einer goldenen Tresse geschmückt war, hörte sogar um seinen Kopf ein ihn in Schrecken setzendes Summsen. Nach Arago bemerkten Reisende während eines Gewitters, dass ihr Speichel leuchtete, so wie er aus ihrem Munde austrat. Du Rozet erzählt, dass am 8. Mai 1831 nach Sonnenuntergang auf der Terrasse des Fort Bab-Azoun zu Algier während eines Gewitters Artillerie- und Ingenieurofficiere in blossem Kopfe spazieren gingen, als sie auf einmal zu ihrem Erstaunen merkten, dass sich ihre Haare sträubten

und leuchtende Büschel aus ihnen hervorkamen. Als sie die Hände emporstreckten, kamen aus ihren Fingerspitzen ebenfalls dergleichen Büschel.

In diesen verschiedenen Beispielen waren die elektrischen Phänomene vorübergehend und verdankten unstreitig dem Zustande der Atmosphäre ihren Ursprung; die folgenden Fälle werden uns zeigen, dass diese Phänomene, selbst ohne dass ein Gewitter vorhanden ist, entstehen und bleibend sein können. Brydone erzählt von einer Schweizerin, aus deren Körper Funken hervorkamen, welche ihr eine unangenehme Empfindung verursachten. Das amerikanische Journal für Wissenschaft und Künste vom Professor Silliman enthält folgende von dem Doctor Hasford mitgetheilte Thatsache:[106] „Am Abende des 27. Januar 1837, als eben ein ausgezeichnetes Nordlicht sich zeigte, wurde eine 30 Jahre alte Dame plötzlich mit Elektricität geladen. Aus ihren Fingerspitzen brachen Funken hervor, so wie sie sich irgend einem Gegenstande näherte. Diese absonderliche Eigenthümlichkeit steigerte sich bis gegen Ende des Februar; hierauf nahm die Erscheinung ab und verschwand Mitte Mai gänzlich. Bis zum 1. April konnte man in jedem Augenblicke elektrische Funken erhalten; aber erst bei einer Temperaturerhöhung trat die volle Entwickelung hervor. Seit zwei Jahren war diese Dame mit rheumatischen und neuralgischen Schmerzen geplagt, welche nach und nach alle ihre Glieder eingenommen hatten. Von dieser Zeit an besserte sich ihr Zustand zusehends." — Ich selbst habe eine Dame gekannt, welche in Folge einer Entbindung keinen Gegenstand, namentlich kein Linnen, anfassen konnte, ohne eine leichte Erschütterung zu fühlen; ihr langes, schwarzes Haar gab zahlreiche Funken von sich. — Aus glaubwürdiger Quelle ist mir erzählt worden, dass im Winter 1844 der Erbe eines grossen Reiches bei Berührung eine Erschütterung gefühlt und einen kleinen Funken gezeigt habe. Dasselbe Phänomen ist in demselben Winter, in welchem das Thermometer lange Zeit unter 37 Grad stehen blieb, bei einer grossen Anzahl von Personen beobachtet worden. Man begreift, dass man diese Thatsachen nur mit Vorbehalt annehmen darf, namentlich seit die Academie der Wissenschaften zu Paris, nachdem sie anfangs die Mittheilung von derartigen, aber noch weit auffallenderen Phänomenen mit einem gewissen Beifalle aufgenommen hatte, nicht länger den ersten Mittheilungen, welche ihr von ihrem gelehrten ständigen Secretair Arago gemacht worden waren, glaubt beistimmen zu dürfen.[107] Es würde indessen übereilt sein, alle analogen Thatsachen von nun an für unmöglich zu erklären. Ein ächter Forscher muss die Thatsachen, welche einen gewissen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich haben und glaubwürdig nachgewiesen werden, mit Sorgfalt prü-

fen. Nichts ist unlogischer und dem Fortschreiten der Wissenschaften nachtheiliger, als eine superkluge und systematische Ungläubigkeit.

Die Vereinigung einer Menge heterogener, mit einander in Berührung stehender Substanzen in dem menschlichen Körper, die Gestalt und die Vertheilung der Röhren oder dünnen Blätter, welche mit mehreren Organen, z. B. mit dem grossen und kleinen Gehirne, dem Rückenmarke und den Nerven in Beziehung stehen; endlich eine gewisse Analogie zwischen den thierischen Functionen und den galvanischen Phänomenen machen es glaubhaft, dass die Elektricität das Princip oder das Agens der nervösen Phänomene ist. Carl Bonnet[108]) veranlasste Spallanzani zu untersuchen, ob man nicht den befruchtenden Saamen durch den elektrischen Funken ersetzen könne, um das Herz des Kielfrosches in Bewegung zu setzen; Haller, Bonnet und Spallanzani glaubten an die Präexistenz des Embryo und nannten die noch nicht befruchteten Froscheier Kielfrösche (*têtards*). Kurz „die Begeisterung hierfür war", wie Gavarret (Eröffnungssitzung der medicinischen Facultät zu Paris 4. November 1848) sagt, „der Art, dass in wenig Jahren eine vollständige Pflanzenphysiologie auf die vorausgesetzte Vermittelung der atmosphärischen Elektricität gebaut war. Man sagte, es genüge, die Körner zu elektrisiren, selbst vor der Aussaat, um eine zeitigere und schönere Ernte zu erhalten."

Elektrische Fische.

Die Hypothese von der Identität des Nervenfluidums und elektrischen Fluidums erlangt einen neuen Grad von Wahrscheinlichkeit durch die Entdeckung der wunderbaren Eigenschaften der elektrischen Fische und durch die Vergleichung dieser Eigenschaften mit denen der Leydener Flasche, von welcher sie gewissermassen ein leibhaftiges Bild darstellen. Diese Phänomene sind bei fünf Fischgattungen nachgewiesen worden: bei dem Fahaka (*Tetrodon*), dem Haarschwanze, (*Trichiurus*), einem Wels (*Silurus*) und besonders bei dem Zitterrochen (*Torpedo*) und dem Zitteraale (*Gymnotus*). Man findet den Wels im Nile und anderen Flüssen Afrika's; den Fahaka und Haarschwanz in einigen Flüssen Asiens, den Zitterrochen in den Meeren, welche Europa's Küsten bespülen, im persischen Meerbusen, im stillen Oceane u. s. w., den Zitteraal endlich in Surinam in Südamerika, in einigen Theilen des nördlichen Afrika und im mittelländischen Meere. Die drei ersten Gattungen sind wenig untersucht worden; die ganze Aufmerksamkeit der Forscher hat sich den beiden letzten zugewendet, welche die elektrischen Erscheinungen im stärksten Maasse zeigen; denn der Zitterrochen und

Zitteraal haben, so zu sagen, die Eigenmacht Blitzschläge auszutheilen und durch eine plötzliche Erschütterung den Arm, welcher sie zu ergreifen ausgestreckt wird, zu lähmen. Sie treffen ihre Beute aus der Ferne durch wiederholte Schläge, oder schützen sich gegen drohende Gefahr, indem sie den Feind, der sie angreift, betäuben. Ueber den Nilwels, der bei den Arabern Raasch, d. h. Donnerer, genannt wird, hat besonders Geoffroy St. Hilaire in Aegypten interessante Versuche in Beziehung auf die Schlagfähigkeit, mit welcher er begabt scheint, angestellt.

Die Anatomie der elektrischen Fische ist einer der wichtigsten wissenschaftlichen Punkte. Es handelt sich darum, zu ermitteln, ob man bei ihnen specielle Apparate findet, oder ob sie nur, aber in einem grösseren Grade der Ausbildung, Organe besitzen, welche bei dem Menschen ebenfalls aber nur im rudimentären Zustande vorhanden sind. Die zur Hervorbringung elektrischer Wirkungen dienenden Theile scheinen dreifacher Art zu sein: 1) das Gehirn, 2) Nervenstränge, 3) senkrechte Röhren.

1) Nach Matteucci, dem man sehr interessante Versuche über den Zitterrochen verdankt, besteht das Gehirn dieses Fisches aus vier Lappen. Die drei ersten können gereizt, verwundet, ja selbst ganz zerstört werden, ohne dass die elektrischen Erschütterungen deshalb aufhörten, stattzufinden. Der letzte Lappen, welcher von Matteucci und Carus als eine einfache Ausbauchung des erweiterten Rückenmarks angesehen wird, ist der einzige Theil, welcher bei Berührung starke Zusammenziehungen der Muskeln und heftige elektrische Schläge veranlasst, so dass, wenn dieser Lappen zerstört wird, die ganze Entladung unmöglich wird, selbst wenn man die übrigen Theile des Gehirns unverletzt lässt. Matteucci gab daher diesem Lappen den Namen des elektrischen. Man behauptet überdies, dass dies Organ, wenn es durch Berührung starke Entladungen erzeugt hat, dann eine Zeitlang von dem Gehirne und Rückenmark getrennt ist. Sollte diese Behauptung durch neue Versuche bestätigt werden, so wären über die Erzeugung und den wahren Ursprung der thierischen Elektricität alle Zweifel beseitigt.

2) Von dem elektrischen Lappen scheinen vier Nervenstränge auszugehen, die äusserlich aus einer grauen Substanz bestehen. Jobert aus Lamballe in der Bretagne lässt sie von einem schrägen Striemen ausgehen, welcher aus einer weissen Masse gebildet ist, die man unter diesem Lappen auf dem inneren und seitlichen Theile des Gehirns findet. Der vordere Strang geht nach dem oberen, der hintere Strang nach dem unteren Theile des Röhrenapparates. Sie sind mit einer Nervenscheide überzogen, welche man, nach diesem

Gelehrten, bis zum Eintritte in das Organ verfolgen kann. Das elektrische Phänomen hört gänzlich auf, so wie die Nerven durchschnitten sind; Galvani und Spallanzani hatten aber gefunden, dass, wenn man sie auf der einen Seite durchschneidet, die elektrische Wirkung auf der entgegengesetzten Seite noch fort dauert. Endlich entdeckte Matteucci, dass sich dasselbe Resultat ergiebt, wenn man sie blos unterbindet.

3) Das dritte Element zur Hervorbringung elektrischer Wirkungen hat seine Stelle bei dem Zitterrochen auf jeder Seite der Hirnschale und der Kiemen (zwischen Kopf, Brust, Brustflossen und Kiemen. D. Uebers.), bei dem Zitteraale längs des Rückens, an den Seiten bis zum Schwanze (nämlich vier Längsbündel, zwei grössere oben, zwei kleinere darunter, die nach dem Schwanze zu gerichtet sind. D. Uebers.) und bei dem Welse um den Körper herum. Es besteht aus mehreren Hunderten von kleinen hohlen Röhren oder prismatischen Säulen, welche wieder durch horizontale Plättchen in an einander gepresste kleine Zellen getheilt sind, so dass sie den Bienenwaben gleichen. Das dem Apparate eigenthümliche Gewebe ist weisslich, weich und fast markig; nach Jobert unterscheidet es sich bei dem Zitterrochen und Zitteraale darin, dass bei ersterem das Gefüge oder Korn rundlich erscheint, während es bei dem anderen mehr abgeplattet ist. Man hat auf einem einzigen Streifen gegen 2400 Röhren gezählt. Sie sind mit einer gallertartigen, eiweissähnlichen Masse erfüllt und stehen mit einander durch durchgehende Nerven in Verbindung. Von diesen gehen in gleicher Weise Fäden zu den Kiemen, zu dem Zellgewebe und zu einer fleischigen Masse, welche längs des Rückens liegt. Die Röhren sind durch ein aponeurotisches Häutchen (Sehnenhäutchen) geschlossen, welches wie geronnenes Eiweiss aussieht, auswärts glatt, inwendig ölig ist und auf der inneren Fläche vieleckige Zellen zeigt, welche sie mit dem Apparate in feste Verbindung setzen. Nach der Mehrzahl der Naturforscher sind es diese Organe, diese hohlen Röhren, diese kleinen Zellen, in denen die Elektricität nach Willkür des Thieres unter Mitwirkung der Nerven entsteht. Indessen läugnet man nicht, dass das Gehirn die Hauptquelle des den elektrischen Fischen eigenthümlichen Vermögens ist. Hunter hat gezeigt, dass bei dem Zitteraale die Rückenmarksnerven weit stärker entwickelt sind, als bei anderen Fischen von gleicher Grösse, und Jobert, dass das Rückenmark des Zitteraals ein im Verhältniss zum übrigen Körper beträchtliches Volumen einnimmt. Wiewohl nun im Allgemeinen feststeht, dass die besondere Eigenschaft der elektrischen Fische von einer besonderen Organisation bedingt ist, so ist doch noch lange nicht bewiesen, dass in den anderen Thieren hiervon die Rudimente nicht vorhanden seien. So besteht der einzige

Unterschied, welchen Etienne Geoffroy Saint-Hilaire zwischen dem gewöhnlichen Rochen und dem Zitterrochen findet, darin, dass bei diesem die Röhren sehr kurz, senkrecht, parallel sind und dicht bei einander stehen, während bei jenem dieselben weit länger sind, sich um die Haupkiefermuskeln krümmen und sich in mehrere Bündel trennen, die von divergirenden Strahlen gebildet werden. Ueberdies, sagt Lacépède, dürfen wir nicht aus den Augen verlieren, dass, wenn wir kein Säugethier, keinen Wall, keinen Vogel, keinen eierlegenden Vierfüssler, desgleichen keine Schlange mit diesem elektrischen oder lähmenden Vermögen begabt sehen, es die grosse Reichhaltigkeit eines Fluidums oder irgend eines Princips, welches die Nerven zu besitzen und zu liefern scheinen, sein muss, woraus dies Vermögen entspringt, dass also auch ein oder mehrere Organe da sein müssen, welche so beschaffen sind, dass sie eine grosse Oberfläche darbieten.

Bancroft scheint zuerst die Identität des Lähmungsvermögens des Zitterrochens und des elektrischen Fluidums vermuthet zu haben. Walsh, ein Mitglied der königlichen Societät zu London, lieferte hiervon den Nachweis in Gegenwart vieler Gelehrter durch wiederholte Versuche auf der Insel Ré und zu la Rochelle. Acht isolirte und eine Kette bildende Personen fühlten alle eine Erschütterung, als eine von ihnen den Rücken eines Zitterrochens mit einem Metalldrahte berührte. Becquerel und Breschet*) haben sich überzeugt, dass der Rücken des Thieres positive und der Bauch negative Elektricität giebt. In Zeit von anderthalb Minuten ertheilte ein isolirter Zitterrochen ebenfalls isolirten Personen hintereinander 50 Schläge.**) Die Erschütterung in Folge dieser Schläge wurde durch nicht leitende Körper abgehalten, und mit einem Glasstabe oder einer Siegellackstange konnte man das Thier ungestraft berühren. Wenn man einen Zitterrochen anfasst, empfindet man eine Erschütterung, welche stark genug ist, die Arme einige Minuten lang zu betäuben und zu lähmen. Matteucci schätzt die Kraft des Schlages gleich der einer galvanischen Säule von 100 bis 150 Paaren.

Der Zitteraal oder der Surinam'sche Aal besitzt ein noch weit stärkeres Vermögen. Er erreicht bis 5 Fuss Länge, seine Dicke beträgt 12 bis 15 Zoll. Die Entdeckung seiner Eigenthümlichkeit verdankt man Van-Berkel; Richer stellte im Jahre 1671 Versuche darüber an; 80 Jahre später liessen la Condamine und andere Physiker Zitteraale nach Europa kommen. Das eine dieser Thiere, welches von Surinam nach Stockholm geschickt wurde, lebte

*) *Traité d'électricité*, t. IV.

**) *Journ. de physique*, t. IV.

daselbst vier Monate lang in vollkommen gesundem Zustande; wenn man es von einer Stelle auf eine andere trug, so konnte man sich, selbst wenn man sich dazu sehr wenig leitender Körper bediente, nur schwer gegen die Erschütterungen, die es hervorbrachte, schützen. Wenn es einen Fisch treffen wollte, so führte es den Schlag mit einer bewunderungswürdigen Genauigkeit und verstand es ordentlich, die Stärke desselben nach der Entfernung von seiner Beute abzumessen. Dieser Zitteraal verlor sein elektrisches Vermögen kurze Zeit vor seinem Tode. Redi und Réaumur hatten dieselbe Beobachtung bei dem Zitterrochen gemacht. Im Allgemeinen jedoch lassen sich bei dem Zitteraale die Erschütterungen bei Berührung noch einige Zeit nach seinem Tode fühlen.

Der Zitteraal ertheilt seine blitzartigen Schläge aus ziemlich grosser Ferne; er weiss sein Opfer zu treffen und selbst eine Entfernung von 15 bis 20 Fuss schützt es nicht vor einer oft tödtlichen Erschütterung. Die Mehrzahl der Phänomene des elektrischen Stromes hat man von dem Zitterrochen erhalten, dann aber noch besonders vom Zitteraale. Der Schlag erzeugt einen Funken, wie ihn eine Elektrisirmaschine machen würde. Als Faraday die Entladung des Zitteraales durch einen in eine Spirale aufgewickelten Metalldraht gehen liess, wurden Stahlnadeln, die im Innern derselben lagen, magnetisch. Ebenso erhielt er in den Verbindungsdrähten eine Temperaturerhöhung, desgleichen eine chemische Zersetzung von Jodkalium. Endlich haben von Humboldt und Henri Collins Flagg eine interessante Thatsache erwähnt, für welche übrigens die Geschichte der Elektricität noch einige andere Beispiele geliefert hat. Man findet nämlich Indianer und Neger, welche die Schläge des Zitteraales nicht empfinden und eine Kette, durch welche seine elektrische Kraft hindurchgehen soll, zu unterbrechen vermögen; dasselbe Phänomen haben sie bei einer Frau beobachtet, welche an einem hektischen Fieber litt.

Die Zitteraale bewohnen die Flüsse und die Sümpfe gewisser Theile Südamerikas zum nicht geringen Entsetzen der Eingebornen. Wenn die Fischer in ihren Netzen Zitteraale und junge Crocodile zugleich fangen, so sind die letzteren todt oder gelähmt, während die ersteren keine Verletzung zeigen. Will man einen Sumpf oder sonst eine Wasserstelle von diesen fürchterlichen Thieren säubern, so jagt man wilde Pferde hinein; dann bricht gegen diese ungewohnten Feinde ein schrecklicher Kampf aus, dessen Beschreibung von Humboldt, welcher Augenzeuge eines solchen gewesen ist, uns geliefert hat. Obgleich diese Schilderung schon oft mitgetheilt ist, wird man sie doch nochmals mit dem Interesse lesen, welches sich an alle Arbeiten dieses grossen Naturforschers knüpft.[109])

„Wir begaben uns am 9. März früh Morgens zu dem kleinen

Dorfe Rastro de Abaxo. Die Indianer führten uns von da zu einem Gewässer, welches in der trockenen Jahreszeit einen ansehnlichen schlammigen Wasserbehälter bildet, in dessen Umgebung prächtige Bäume, Clusien (*Clusia*), Stahlbäume (*Amyris*) und Mimosen mit duftenden Blüthen standen. Die Zitteraale in Netzen zu fangen, ist wegen ihrer ausserordentlichen Behendigkeit und da sie sich wie Schlangen in den Schlamm wühlen, sehr schwierig. Den Barbasco, d. h. die Wurzeln von *Piscidia erythrina*, von *Jacquinia armillaris* und einigen Arten von *Phyllanthus*, welche die Thiere berauschen oder betäuben, wenn man sie in einen Sumpf wirft, wollte man nicht anwenden, weil dadurch die Zitteraale geschwächt worden wären. Die Indianer sagten, dass sie mit Pferden fischen würden. Wir konnten uns keine rechte Idee von dieser absonderlichen Art des Fischfanges machen; aber bald sahen wir die Leute aus der Savanne zurückkehren, wo sie auf wilde Pferde und Maulthiere eine Treibjagd angestellt hatten und nun etwa 30 heranbrachten und in den Sumpf hineinjagten. Der aussergewöhnliche Lärm, welcher durch das Stampfen der Pferde entsteht, lockt die Fische aus dem Schlamme und reizt sie zum Kampfe. Diese gelblichen und bläulichen Aale schwimmen, indem sie sich wie grosse Wasserschlangen ringelnd fortbewegen, an die Oberfläche, kriechen dann den Pferden und Maulthieren unter die Bäuche und es bricht nun ein Kampf zwischen diesen so verschieden organisirten Thieren aus, welcher das grossartigste Schauspiel darbietet. Die Indianer umzingeln, mit Harpunen und langen und spitzen Bambusstäben bewaffnet, den Sumpf; einige von ihnen erklettern Bäume, deren Zweige sich horizontal über die Wasserfläche strecken; und durch ihr wildes Geschrei und Stossen mit den langen Stäben hindern sie die Pferde, ans Land zurückzukehren und der Gefahr zu entfliehen. Die Aale kommen immer mehr in Unruhe und bringen den Pferden Schlag auf Schlag bei. Es hat lange Zeit den Anschein, als ob sie siegen würden, denn mehrere Pferde unterliegen den argen Schlägen, die sie von allen Seiten an den empfindlichsten Theilen ihres Körpers erhalten, so dass sie durch die Stärke und Menge der Erschütterungen betäubt werden und untersinken. Manche kommen wieder hervor, sträuben schnaubend die Mähnen, funkeln in wilder Angst mit den Augen und suchen dem Feinde zu entfliehen, der ihnen unsichtbar solche Schläge beibringt. Die Indianer suchen sie in das Wasser zurückzutreiben; nur einigen gelingt es durchzubrechen und das Land zu gewinnen. Diese straucheln bei jedem Schritte, dehnen sich und strecken sich, matt und erschöpft an allen Gliedmassen, auf den Sand aus.

„In weniger als fünf Minuten waren zwei Pferde ertrunken. Der Aal, welcher gegen 5 Fuss lang ist, drückt sich an den Bauch

des Pferdes und entladet sein elektrisches Organ auf einen Schlag; er trifft zugleich das Herz, die Eingeweide und den *plexus coeliacus* der Unterleibsnerven. Natürlich ist die Wirkung auf die Pferde viel kräftiger, als wenn derselbe Fisch einen Menschen schlägt, der nur an einer Stelle mit demselben in Berührung kommt. Die Pferde werden jedoch wahrscheinlich nicht gleich getödtet, sondern nur betäubt, und ertrinken, da es ihnen bei fortdauerndem Kampfe zwischen den anderen Pferden und den Zitteraalen unmöglich ist, sich wieder aufzurichten.

„Wir waren schon überzeugt, dass dieser Fischfang nach und nach den Tod sämmtlicher hierbei verwendeter Thiere herbeiführen müsse; allein die Wuth des ungleichen Kampfes fing an nachzulassen, die Zitteraale ermatteten und entfernten sich von ihren Gegnern. Sie bedürfen viel Ruhe und einer reichlichen Nahrung, um die verlorenen galvanischen Kräfte wieder zu ersetzen. Die Maulthiere und Pferde erholen sich, sie sträuben nicht mehr ihre Haare, das Funkeln der Augen hört auf, und die Aale nähern sich scheu dem Ufer, wo man sie mit kleinen an langen Stricken befestigten Harpunen fängt. Wenn die Stricke völlig trocken sind, so fühlen die Indianer beim Emporheben des Fisches keine Erschütterung. In wenigen Minuten besassen wir auf diese Art 5 grosse, wenig verwundete Aale, und mehrere andere wurden noch am Abende auf gleiche Weise gefangen.

„Die Temperatur der Gewässer, in denen die Zitteraale gewöhnlich sich aufhalten, ist 26 bis 27 Grad; in kälteren Gewässern soll ihre elektrische Kraft schwächer sein. Es ist wohl zu beachten, dass, wie schon ein berühmter Physiker bemerkt hat, die mit elektrischen Organen begabten Thiere, deren Wirkung dem Menschen fühlbar ist, nicht in der Luft, sondern in einer die Elektricität leitenden Flüssigkeit angetroffen werden. Der Zitteraal ist der grösste elektrische Fisch. Ich habe unter ihnen solche von 5 Fuss bis 5 Fuss 3 Zoll Länge gefunden; die Indianer versicherten noch weit grössere gesehen zu haben. Wir haben gefunden, dass einer dieser Fische, welcher 3 Fuss 10 Zoll lang war, 12 Pfund wog. Der Querdurchmesser des Körpers — den hinter dem After liegenden, sich keilförmig verlängernden Theil nicht mit gerechnet — betrug 3 Zoll 5 Linien. Die Zitteraale des Cano von Bera haben eine schöne, olivengrüne Haut, einen gelben, rothgefleckten Kopf, und 2 Reihen kleiner gelber Flecken längs des Rückens vom Kopfe bis zum Schwanzende; jeder Fleck enthält eine Oeffnung, durch welche eine Absonderung austritt, so dass die Haut des Thieres fortwährend mit einer schleimigen Masse bedeckt ist, welche, wie schon Volta gefunden hat, die Elektricität 20 bis 30 Mal besser als reines Wasser leitet. Es ist wohl zu beachten, dass im Allgemeinen keiner der bis jetzt in

den verschiedenen Gegenden der Erde entdeckten elektrischen Fische mit Schuppen bedeckt ist."

Wenn man die von Geoffroy Saint-Hilaire mit grosser Gelehrsamkeit aufgestellten Principien von der Einheit der Composition in der ganzen organischen Schöpfung als begründet annimmt, so muss man bei dem Menschen die Rudimente der bei den elektrischen Fischen vorhandenen Organisation wiederfinden. Die ziemlich zahlreichen Anhänger dieses Systems werden in den vorstehenden Thatsachen gewichtige Anhaltepunkte zu Gunsten der Identität, welche sie zwischen der Nervenkraft und der Elektricität geltend machen, finden. Verdienstvolle Forscher: Aldini, Pfaff, Ritter, von Humboldt, Ure, Wilson, Fowler, Monro, Breschet, Milne Edwards und besonders Galvani haben um die Wette Versuche angestellt, um diesen für die Naturphilosophie so wichtigen Punkt aufzuklären. Diese Thatsachen finden sich vollständig dargelegt und mit Scharfsinn behandelt in den physiologischen Werken von Longet und Müller, aus denen wir sie, ohne jedoch die Ansicht dieser Forscher über die Nichtidentität der beiden Principien zu theilen, entlehnen.[110])

Physiologische Elektricität.

Unter allen Arten der Elektricität ist es namentlich die galvanische, welche auf die entschiedenste Weise die Irritabilität der Nerven festzustellen gestattet hat. Die Berührung zweier verschiedener und selbst zweier gleichartiger Metalle, von denen nur das eine den Nerven berührte, reichte nach von Humboldt zur Erregung von Zuckungen aus; Müller gelang es auf gleiche Weise, als er eine Scheerenspitze auf eins dieser Organe stellte. Sie stellen sich ebenso ein: 1) wenn man die Nerven und die Muskeln des Froschschenkels mittelst einer Zinkplatte in Verbindung bringt; 2) wenn man mit der einen Hand eine Zinkplatte mit einem Nerven in Berührung bringt und die andere Hand auf den Froschschenkel hält; 3) sobald man zwischen den Nerv und den Muskel ein Stückchen Muskelfleisch bringt, welches an dem Ende einer Siegellackstange befestigt ist; 4) endlich wenn man einen Nerven, welchen man mit der einen, und einen Muskel, welchen man mit der anderen Hand hält, in Verbindung bringt. Wie Galvani, so hat auch — allerdings nur selten — von Humboldt Zuckungen eintreten sehen, wenn er einen Nerv gegen den Muskel bog, mit welchem derselbe durch organische Bänder in Verbindung steht. Pfaff und Müller haben Zuckungen erhalten, als sie einen aus dem Schenkel heraus hängenden Nerv mit einem isolirenden Stabe fassten und einfach die feuchte Haut berührten. Aus diesen Versuchen ergiebt

sich, dass zwei Elektromotoren und ein Leiter erforderlich sind, um Zuckungen zu erhalten, wobei es ziemlich gleichgültig ist, ob sie aus organischen oder unorganischen Stoffen bestehen, ob sie zu dem Thiere gehören oder demselben fremd sind. Pfaff hat folgende wichtige Bemerkung gemacht: die Zuckungen sind um so stärker, je länger das Nervenende ist, welches zu dem Muskel geht; sie finden immer in der Richtung der Nervenverästelung statt, niemals darüber hinaus. Namentlich vor der Begattung, also während des Winters, Frühlings und Herbstes, sind die Frösche am empfindlichsten gegen die Wirkungen des Galvanismus.[111])

Die Versuche, welche Ure am 4. November 1818 zu Glasgow anstellte, sind nicht minder bemerkenswerth. Eine Stunde nach dem Tode eines Erhängten, des Mörders Clydesdale, öffnete man ihm das Rückenmark, um es mit einem metallenen Leiter in Berührung zu bringen, während ein anderer Leiter mit dem Ischiadnerv (*plexus ischiadicus*) in Verbindung stand. Als man die beiden Leiter mittelst einer Säule von 270 Paaren vereinigte, geriethen alle Muskeln des Körpers in Bewegungen, die einem heftigen Frostschauer glichen. Wurde die Kette zwischen den Zwerchfellnerven (*nervus phrenicus*) und dem Zwerchfelle (*diaphragma*) geschlossen, so zog sich dieser Muskel zu unterschiedenen Malen zusammen, und wenn der eine Leiter in der Nähe des einen Poles auf den Platten der Säule bald hierhin, bald dorthin geführt wurde, so dass eine Reihe von Erschütterungen hintereinander erfolgte, so war die Bewegung wie bei angestrengtem Athemholen. Die Zusammenziehung des Zwerchfelles und das Nachlassen dieser Bewegung führten ein abwechselndes Heben und Senken des Bauches herbei, so dass es schien, als ob sich in dem Leichname das Leben wieder rege. Als die Gesichtsmuskeln in den Schliessungskreis der Kette gebracht wurden, geriethen sie in furchtbare Thätigkeit, wie bei den heftigsten Leidenschaften. Man erzählt, dass mehrere der Zuschauer, von plötzlichem Schrecken ergriffen, den Saal, in welchem diese Versuche angestellt wurden, eiligst verliessen.

Die Physiologen haben indessen in diesen interessanten Thatsachen keine hinreichend starken Stützpunkte gefunden, um daraus auf die Identität des Nervenfluidums und der Elektricität entschieden zu schliessen; sie haben hierin nichts weiter erblickt, als ein energisches Erregungsmittel der Muskelkraft, und die folgenden Versuche haben sie nur in dieser Ansicht bestärkt. Wilson Philipp behauptet, dass, wenn man das achte Nervenpaar eines lebenden Säugethiers durchschneidet und durch das Ende, welches zum Magen geht, einen galvanischen Strom gehen lässt, die Verdauung gerade so vollzogen werde, als ob der Nerv unversehrt wäre. Breschet und Milne Edwards, welche diesen letzten Versuch wiederholten,

überzeugten sich, dass die Verdauung wirklich unter Einfluss eines galvanischen Stromes kräftiger vor sich geht; aber ein mechanischer Reiz brachte genau dieselbe Wirkung hervor. Müller hält seinerseits sowohl die eine, als die andere Ansicht für irrig; denn er hat dieselben Versuche an einer ganzen Reihe von Thieren angestellt, aber gefunden, dass nach Durchschneidung des Lungenmagennervs (*nervus vagus s. pneumogastricus*) durch Elektricität die Verdauung nicht im Geringsten befördert wird. Uebrigens steht fest, dass das elektrische Fluidum dem Nervenverlaufe nicht folgt, wenn dieser nicht der kürzeste Weg von einem Pole zum anderen ist, sondern dass sich dasselbe dann von den Nerven auf die benachbarten Theile ausbreitet. So unterbricht eine Unterbindung wohl die Nerventhätigkeit, aber nicht den elektrischen Strom. Der letztere, sagen die Physiologen, wirkt also als einfaches Erregungsmittel auf die Bewegung erregende Kraft; ein Resultat, welches man jedoch durch Stechen, Brennen oder Aetzen des Nerven ebenfalls erhält. Werden die Erregungen längere Zeit fortgesetzt, so erschöpft sich die Wirksamkeit des Nerven und von da an besitzt auch der Galvanismus nicht mehr das Vermögen, convulsivische Bewegungen hervorzurufen.

Andere Experimentatoren haben behauptet, dass in die Nerven eines lebenden Thieres eingesteckte Nadeln magnetisch würden, und dass dies Phänomen nach der Durchschneidung des Markes und der Unterbindung der Nerven nicht mehr eintrete. Nach David wirken Leitungsdrähte, die in einen offen gelegten Muskel gesteckt werden, in dem Augenblicke, in welchem sich das Thier bewegt, auf das Galvanometer. Longet hat die von Béraud und Prévost angestellten Experimente mit der grössten Sorgfalt wiederholt, um die Magnetisirung der Nadeln zu erhalten, aber er hat niemals die geringste Polarität bei denen gefunden, deren er sich bediente. So sieht auch Müller die bezeichneten Resultate als reine Illusionen an; er bestreitet die geistreichen Theorien von Prévost und Dumas über die durch Elektricität erzeugte Muskelbewegung und macht mit Person darauf aufmerksam, dass man niemals in den Nerven einen elektrischen Strom habe entdecken können, wenn man die Leitung auch des empfindlichsten Galvanometers mit dem vorderen und hinteren Theile des Markes in Verbindung gesetzt habe. Prévost und Dumas selbst haben keine Spur von Elektricität in dem Ischiadnerven eines im Starrkrampfe (*Tetanus*)[112]) liegenden Thieres gefunden. Eine an einem ungedrehten Coconfaden aufgehängte und in der Nähe eines in Thätigkeit stehenden Nerven und Muskels aufgestellte Magnetnadel zeigte nicht die geringste Spur von Abweichung. Matteucci hat jedoch ganz andere Resultate erhalten. Nachdem derselbe den Muskel eines lebenden oder so eben

getödteten Thieres blos gelegt und eingeschnitten hatte, brachte er die beiden Enden eines Galvanometerdrahtes damit in Verbindung, das eine an die Schnittstelle und zwar tief hinein, das andere an den unversehrten Theil und nur an die Oberfläche des Muskel; er bemerkte dann jedesmal eine Ablenkung der Nadel, was ihm das Vorhandensein eines elektrischen Stromes entschieden zu beweisen schien. In seinen neueren Untersuchungen über Elektrophysiologie (*Acad. des sciences,* 30. avril 1849) stellte derselbe fest, dass zwischen der Entladung der elektrischen Fische und der Muskelcontraction eine vollkommene Analogie stattfinde. Er fügt hinzu, dass es keinen einzigen Umstand gebe, welcher bei dem einen dieser Phänomene in Betracht komme, für welchen dasselbe nicht auch in gleicher Weise bei dem anderen gelte. Strauss-Durkhein schreibt die Muskelcontraction auch dem Elektromagnetismus zu; die Form der Fasern bei den articulirten Thieren scheint ihm die Identität des Nervenfluidums und des galvanischen Fluidums zu beweisen. (*Acad. des sciences,* 1823 et 1849.)

Ungeachtet der Einwürfe der Physiologen scheint es uns schwierig, die grosse Entdeckung Galvani's: das Vorhandensein eines eigenthümlichen Stromes während der Muskelcontraction zu läugnen, da neue Versuche eines Berliner Naturforschers wohl alle Zweifel hierüber beseitigen. Im April 1850 schrieb von Humboldt, den man immer findet, wo es sich um einen wissenschaftlichen Fortschritt handelt, an die Academie der Wissenschaften zu Paris: „Es erscheinen hier so eben Versuche über die thierische Elektricität von Emil du Bois-Reymond. Herr du Bois ist ein gewandter Experimentator und der erste und einzige, dem es geglückt ist, eine astatische Nadel*) durch den menschlichen Willen, d. h. durch den elektrischen Strom, welchen die Muskelkraft, die Spannung unserer Gliedmassen hervorbringt, abzulenken. Diese Ablenkung wird aus grossen Entfernungen hervorgebracht und hört auf, so wie man die Muskeln nicht mehr anspannt. Du Bois-Reymond selbst spricht sich über den Versuch wie folgt aus: „Ich nehme ein sehr empfindliches Galvanometer; an seinen beiden Enden befestige ich zwei vollkommen homogene Platinplatten, tauche diese Platten in zwei mit Salzwasser gefüllte Gefässe und bringe schliesslich in dieselben Gefässe zwei correspondirende Finger der beiden Hände. Hierauf tritt Folgendes ein: Beim ersten Eintauchen der Finger zeigt sich fast immer eine mehr oder minder deutliche Ablenkung der Nadel, deren Richtung keinem Gesetze unterworfen ist und welche wahrscheinlich, wenig-

*) Astatische Nadeln nennt man die Magnetnadeln, welche so eingerichtet sind, dass sie dem Einflusse des Erdmagnetismus nicht unterworfen sind.

stens theilweise, irgend einer Ungleichartigkeit in der Hautoberfläche der Finger ihre Entstehung verdankt. Findet sich an dem einen Finger etwa eine Wunde, so ist die Ablenkung stärker und stets so gerichtet, als ob der verwundete Finger die Stelle von Zink in einem Zinkkupferbogen einnehme, welcher statt des menschlichen Körpers zwischen die beiden Gefässe eingeschaltet würde. Doch dies ist nicht der Punkt, auf welchen es ankommt; im Gegentheile muss man, um die in Rede stehende Wirkung zu beobachten, warten, bis die Nadel entweder auf Null zurückgekommen ist, oder eine bestimmte Stellung angenommen hat, in Folge eines Stromrestes, der übrig geblieben ist. Ist dieser Augenblick eingetreten, so spanne ich alle Muskeln des einen Armes an, wobei ich aber das Gleichgewicht zwischen dem Beuger und Strecker in allen Theilen des Gliedes herzustellen mich bemühe. Sofort setzt sich die Nadel in Bewegung und die Ablenkung erfolgt stets in dem Sinne, dass in dem tetanisirten oder gespannten Arme nach Nobili's Bezeichnung ein rückläufiger, [113]) d. h. ein von der Hand nach der Schulter gehender Strom angezeigt wird. Der gespannte Arm nimmt also in dem oben angeführten Zink-Kupferbogen die Stelle des Kupfers ein.

„Mit meinem Galvanometer und wenn ich selbst den Versuch anstelle, geht die Ablenkung bis auf 30 Grad. Doch erhalte ich noch weit grössere Ausschläge der Nadel, wenn ich abwechselnd die Muskeln des einen und des anderen Armes zusammmenziehe und dabei die Schwingungen der Nadel so berücksichtige, dass ich ihre Bewegung unterstütze. Uebrigens hängt unter sonst gleichen Umständen die Grösse der Ablenkung von dem Grade der Entwickelung und der Uebung der Muskeln ab."

Die Mittheilung von du Bois-Reymond's Versuchen wurde in Frankreich mit ausserordentlichem Misstrauen aufgenommen und in einigen Journalen wurden eben nicht sehr schmeichelhafte Bemerkungen über den jugendlichen Enthusiasmus des berühmten von Humboldt gemacht. Becquerel theilte dem Institute mit, dass er, ungeachtet er sich vor jeder Fehlerquelle geschützt und sorgfältig alle fremden Quellen zufälliger elektrischer Strömungen beseitigt habe, keine von den Wirkungen habe erhalten können, welche du Bois-Reymond behaupte. Despretz war weniger entschieden; er hatte einige Male ein günstiges Resultat erhalten, andere Male war es ihm gänzlich missglückt. Um den Versuch auf die möglichst einfachsten Verhältnisse zurückzuführen, nahm er statt des Galvanometers einen gehörig präparirten Frosch. Mehrere isolirte oder nicht isolirte Personen, welche den einen ihrer Arme kräftig zusammenzogen, bemühten sich vergeblich Zuckungen hervorzubringen, wenn sie die beiden Arme mit dem kleinen Thiere in Contract brachten, und doch erhielt man sehr merkliche Zuckungen des

Frosches mit Hülfe eines sehr dünnen Kupferdrahtes, der ohne Beihülfe irgend einer Flüssigkeit eine Zinkplatte kaum berührte.

Du Bois-Reymond kam, als er von diesen Ergebnissen hörte, welche mit seinen Erfahrungen im Widerspruch standen, nach Paris, und wiederholte seine Versuche vor einer Commission des Instituts, welche aus Medicinern und Physikern zusammengesetzt war. In dem glänzenden Berichte, welcher am 15. Juli der Academie der Wissenschaften abgestattet wurde, liess Pouillet den elektro-physiologischen Entdeckungen du Bois-Reymond's volle Gerechtigkeit widerfahren. In einer Reihe von Versuchen, welche der Berliner Naturforscher mit ebenso viel Genauigkeit als Geschick ausgeführt hatte, war es ihm gelungen, folgende Thatsachen festzustellen: Die Nerven erzeugen nach ihrer Durchschneidung und so lange ihre Lebenskraft währt, d. h. so lange sie tauglich sind Muskelcontractionen zu erregen oder empfangene Eindrücke fortzupflanzen, einen am Galvanometer erkennbaren Strom, welcher ausserhalb des Nerven von der Oberfläche oder von dem Längsschnitte nach dem Querschnitte gerichtet ist. Die Muskeln aller Thiere zeigen einen Strom, welcher dem der Nerven analog ist und demselben Gesetze folgt. Die wichtige Frage war aber diese: Entwickelt sich im lebenden Menschen ein elektrischer Strom in den Muskeln im Augenblicke der Contraction und mithin unter dem Einflusse des Willens? Die wissenschaftliche Commission gab zu, dass die Entstehung eines Stromes nicht weiter bestritten werden könne, und dass das Galvanometer ihn entschieden nachweise; aber nachdem dieses Fundament gewonnen war, musste man die Frage aufwerfen, ob dieser Strom das nothwendige Ergebniss der Muskelcontraction sei und in dem Muskel selbst entwickelt werde. So kam man unwillkürlich auf die erste Streitfrage zurück, um die es sich zwischen Galvani und Volta drehte, nämlich: Besitzt der organisirte Körper das Vermögen, eigenthümliche Ströme zu erzeugen? Verdankt er diese Eigenthümlichkeit seiner Natur, oder seiner Structur, oder endlich der chemischen Wechselwirkung seiner constituirenden Elemente? Die Commission konnte hierüber zu keinem einstimmigen Beschlusse kommen und glaubte sich nicht entschieden aussprechen zu dürfen; sie beschränkte sich daher nur darauf, dass es nach allen vorliegenden Erscheinungen höchst wahrscheinlich sei, dass die organischen Ströme keine Wirkung eines äusseren chemischen Vorganges seien. Ungeachtet der so grossen Verschiedenheit und so grossen Zahl chemischer Erscheinungen, welche in einem organisirten Wesen in jedem Augenblicke seines Daseins vorgehen, erachtete es die Commission nicht für erwiesen, dass die Ströme aus einem inneren chemischen Vorgange entsprängen. Indessen scheint nach Pouillet's Berichte unzweifelhaft in dieser Beziehung etwas gewonnen zu sein, und man kann es wenig-

stens ahnen, wenn auch die erforderliche Vorsicht, dies in bestimmten Worten auszusprechen, verhinderte: die Commission hegt mit einem gewissen Vorgefühle die Hoffnung, dass du Bois-Reymond's Versuche die Grundlage zu einer sicheren Theorie über das Nervenagens und über die bewegende Kraft der Muskeln bieten werden.

Die Elektricität bringt an den Sinneswerkzeugen Erscheinungen hervor, welche mit den speciellen Functionen derselben in Beziehung stehen; aber die deswegen anzustellenden Versuche erfordern die allergrösste Vorsicht, da es z. B. schon vorgekommen ist, dass in Folge der Einwirkung eines galvanischen Stromes auf den Sehnerven Blindheit eingetreten ist. Volta beobachtete zuerst ein Lichtblinken, wenn der elektrische Strom durch die Retina geht. Nach Purkinje bemerkt man, wenn man eine kleine galvanische Säule anwendet, deren Pole mit den beiden Conjunctiven in Verbindung stehen, beim Oeffnen und Schliessen des Stromes eine Art Blitz; bisweilen erscheint am positiven Pole ein gelblicher und am negativen Pole ein bläulicher Schein.[114])

Liess Volta den elektrischen Strom auf das Ohr einwirken, so bemerkte er ein Sausen und ein Geräusch, als ob eine zähe Masse in Aufwallung geräth. Als Ritter diese Versuche wiederholte, hörte er einen Ton, welchen er mit dem eingestrichenen g (ḡ) verglich. Derselbe Forscher erzählt, dass unter Einwirkung eines in die Nasenlöcher geleiteten elektrischen Stromes ein starker Kitzel und ein grosser Reiz zum Niessen erregt worden sei, sich am negativen Pole ein ammoniakalischer und am positiven Pole ein säuerlicher Geruch entwickelt habe. Andere Beobachter haben verschiedene Geruchsempfindungen erhalten, namentlich einen Geruch nach Phosphor; aber eine grosse Anzahl von Experimentatoren, besonders Wagner und Longet konnten selbst nichts bemerken.

Vor Galvani's Entdeckung hatte schon Sulzer beobachtet, dass sich, wenn man eine Zinkplatte über und eine Silberplatte unter die Zunge lege und sie in Berührung mit einander bringe, im Augenblicke der Berührung ein säuerlicher Geschmack einstelle, dass derselbe aber bei umgekehrter Lage der Metalle herb oder alkalisch sei. Wiewohl diese Erfahrungen nicht eben sehr zahlreich und überdiess nicht gerade sehr schlagend sind, ist es doch unzweifelhaft, dass vorurtheilsfreie Naturforscher darin einigen Halt finden, um an die Identität der Nervenkraft und der Elektricität zu glauben. Eine aufmerksame Prüfung des Verhaltens der Organe in ihren wesentlichen Verrichtungen wird uns dafür noch neue Belege bieten.

Bachoué von Vialer suchte, indem er von einem durch Becquerel entdeckten Principe ausging, die Lebenserscheinungen durch einen elektrischen Vorgang zu erklären. Nach ihm stehen

z. B. das Gehirn und ein Sinnesorgan durch einen Leiter, nämlich den Nerv, in Verbindung und wirken in gleicher Weise auf eine Flüssigkeit, welche von dem einen zum andern geht, nämlich auf das Blut. Findet nun eine Einwirkung auf den Sinn statt, so entsteht ein Strom von diesem Organe nach dem Gehirne hin und dies erhält nun eine Vorstellung davon. Der feste Entschluss zu Wollen bedingt einen Strom vom Gehirn zum Muskel, und die Bewegung geht vor sich. Dieselbe Theorie würde man auf alle Functionen anwenden können. So geistreich dergleichen Hypothesen auch sein mögen, sie sind doch weit entfernt, strengen Anforderungen zu genügen, und überdies fehlt ihnen jeder thatsächliche Halt, wodurch sie doch nur Werth bekommen können.

Wenn gleich die Wärme der Thiere ihrem inneren Baue gemäss entschieden durch die bei dem Athmungsprocesse vorgehenden chemischen Erscheinungen unterhalten wird, so ist doch nicht minder ausgemacht, dass die Mitwirkung des achten Nervenpaares zur Vervollständigung des Athmungsprocesses unerlässlich ist. Ebenso steht fest, dass die Unterbindung eines Nerven, wie die einer Arterie, sofort das Gefühl von Kälte und ein wirkliches Erkalten des Gliedes, in welchem sich der Nerv verzweigt, erzeugt. Ein plötzlicher Schreck, ein grosser Aerger, jede trübe Erregung machen die Haut frösteln und rufen bisweilen sogar einen kalten Schweiss hervor. Die melancholischen und hypochondrischen Personen haben im Allgemeinen frostige Arme und Beine und können sich nur schwer erwärmen.

Bei allen Aeusserungen der Lebensthätigkeit handelt es sich um Secretionen, deren geheimnissvollen Mechanismus zu ergründen der Wissenschaft noch nicht gelungen ist. Die Theorien, welche man ersonnen hat, um dieselben zu erklären, haben immer nur eine Zeit lang einen gewissen Anklang gefunden und sind dann bald wieder in Vergessenheit gerathen. Wir wollen jedoch an die von Keil erinnern, welcher dem Blute attractive und repulsive Kräfte zuschrieb. Nach Wollaston sollte das Nervensystem den Dienst eines elektrischen Apparates leisten, um bei den Secretionen die Ausscheidung der chemischen Stoffe zu bewirken. Man kann allerdings den Einfluss der Nerven auf die aussondernde Thätigkeit der Drüsen nicht bestreiten, von denen ein Theil und gerade die wichtigsten derselben Verästelungen des grossen sympathischen Nerven in sich aufnehmen, — einige sind ebenso von den Fäden des Pneumogastricus durchzogen; — ferner ist die Einwirkung des Gehirns auf die Thränendrüsen und auf die Speicheldrüsen besonders entschieden, denn lebhafte Erregungen erzeugen einen Thränenerguss und unter dem Einflusse verschiedener moralischer Ursachen wird der Speichel in reichem Maasse abgesondert: allein welche Rolle spielen denn die Nerven bei der geheimen Thätigkeit der Secretionsorgane? Würde etwa jede Drüse,

wie Wollaston behauptet, in einem permanent positiv oder negativ elektrischen Zustande sein, in der Weise, dass diejenigen Organe, deren Bestimmung es ist, aus dem Blute die gewöhnlich sauren excrementiellen Flüssigkeiten, z. B. Urin und Schweiss, auszuscheiden, positiv elektrisch wären, während diejenigen Drüsen, welche eine alkalische Flüssigkeit ausscheiden, deren Bestimmung es ist, theilweise in die Blutmasse einzugehen, wie die Galle, der Speichel, der pankratische Saft (Bauchspeicheldrüsensaft), der Saame, im negativ elektrischen Zustande sich befinden würden? Hierfür könnte man folgende Erfahrung Fodera's aufstellen: Nachdem er die Blase eines Kaninchens mit einer Auflösung von blausaurem Kali gefüllt hatte, setzte er sie mit dem negativen Pole einer voltaschen Säule durch einen Kupferdraht in leitende Verbindung; hierauf brachte er auf der Aussenseite der Blase ein mit Eisenvitriol getränktes Stück Leinenzeug an, welches durch einen Eisendraht mit dem positiven Pole der Säule verbunden war. Bei dieser Einrichtung trat das Durchsickern, welches oft erst nach einer Stunde bemerkbar wird, sofort ein und das aussen angebrachte Leinenzeug färbte sich alsbald blau. Der Einwand, dass die Elektricität, indem eine identische Kraft auf ein identisches Fluidum, nämlich das Blut, einwirke, stets zur Bildung identischer Produkte Veranlassung geben müsse, ist nicht stichhaltig. Denn sind nicht die Drüsen, ungeachtet sie in ihrem Gewebe wesentlich übereinstimmen, je nach ihrer Form, nach der Anordnung ihrer Fasern und der Vertheilung der Nerven und Gefässe mit verschiedenen Functionen ausgerüstet? Sind nicht die Nerven das Princip der verschiedenen Sinne, obgleich man in ihrer Structur und ihrer Zusammensetzung keine charakteristischen Verschiedenheiten auffinden kann? Zeigt sich nicht endlich die Elektricität in ihrer Einwirkung auf Licht, Wärme und Magnetismus mit den Kennzeichen eines fast universellen Agens ausgestattet?

Dutrochet's Entdeckung der Phänomene der Endosmose[115]) erweckte die Hoffnung, dass man mit Hülfe eines physikalischen Gesetzes mehrere physiologische Vorgänge in der Thier- und Pflanzenwelt würde erklären können. Ohne uns auf Darlegung aller Thatsachen einzulassen, welche sich auf diese Entdeckung beziehen, wollen wir nur anführen, worin dieselbe besteht. Nimmt man eine an dem einen Ende durch eine organische Haut verschlossene Glasröhre, füllt in das Innere eine Auflösung, z. B. von Gummi oder Zucker, und taucht dann die Röhre mit dem verschlossenen Ende in ein Gefäss mit reinem Wasser, so entsteht ein doppelter Strom: das reine Wasser dringt quer durch die Haut, ungeachtet des Druckes der mit Gummi oder Zucker erfüllten Wassersäule, und bringt das Niveau der Säule zum Steigen; andererseits geht auch die Gummi- oder Zuckerlösung durch die Haut und mischt sich mit dem reinen Wasser. Du-

trochet nannte die Bewegung von aussen nach innen Endosmose und die von innen nach aussen Exosmose. Sowie die Haut in Fäulniss überzugehen beginnt, hören die Erscheinungen der Endosmose und Exosmose sofort auf. Es zeigen sich diese Erscheinungen auch, wiewohl in geringerem Grade, wenn man Schieferplatten und namentlich Platten von gebranntem, nicht glasirtem Thone nimmt; aber aus Kieselerde und Kalk bestehende Platten verhindern dieselben.

Das Phänomen der Endosmose ist in dem eben angeführten Versuche stärker, als das der Exosmose. Der Ueberschuss des Stromes steht mit dem Unterschiede der Dichtigkeit zwischen der inneren Flüssigkeit und dem Wasser im Verhältnisse. Brachte Dutrochet aber die dichtere Flüssigkeit auf die Aussenseite, so ergab sich, dass die stärkere Bewegung stets von der minder dichten Flüssigkeit nach der dichteren zuging. Indessen übt die Natur der Stoffe auf das Phänomen einen Einfluss aus; denn bringt man z. B. Alkohol in das Innere der Röhre, so geht die Endosmose nach dem Wasser auf der Aussenseite; ebenso geht die Endosmose beständig von einer Säure zu einem Alkali. Die kleinste Quantität Schwefelsäure genügt übrigens um das Zustandekommen des Phänomens zu hindern.

Dutrochet hat von seiner Entdeckung auf die vegetabilische Irritabilität und einige andere Erscheinungen bei den Pflanzen, sowie auf die Absorption von Flüssigkeiten in rings umschlossenen Behältern bei den Thieren eine geistreiche Anwendung gemacht. Lebkuchner's und Fodera's Versuche haben erwiesen, dass auf die Aussenseite der Gefässe gebrachte Giftstoffe absorbirt werden und selbst dann eine Vergiftung nach sich ziehen, wenn das Gefäss an seinen beiden Enden unterbunden war, ebenso haben sie nachgewiesen, dass Salze, welche man in verschiedene Höhlungen bringt, z. B. das eine in die Blase und das andere in die Brust, oder noch besser, das eine in das Bauchfell, das andere in das Rippenfell, nicht säumen, sich zu vereinigen.

So interessant auch das von Dutrochet entdeckte Phänomen sein mag, es ist vom wissenschaftlichen Standpunkte aus doch schwer, demselben bei den vitalen Bewegungen eine wesentliche Rolle zuzuschreiben; wissen wir doch noch nicht einmal die wahre Ursache desselben. Dutrochet hat anfänglich, und die Naturforscher folgten ihm hier in der Mehrzahl, angenommen, dass der elektrische Zustand der beiden Flüssigkeiten höchst wahrscheinlich die Endosmose veranlasse. Man weiss, dass ein galvanischer Strom in der That eine plötzliche Bewegung der Flüssigkeit in der Röhre bedingt, wenn man sich auch inwendig und auswendig derselben Flüssigkeit bedient; allein er gab später selbst diese Erklärung auf, und in seiner letzten dem Institute eingereichten Abhandlung schreibt er die Erschei-

nung der Endosmose lediglich und allein der Haarröhrchenwirkung zu.

Bei Berührung zweier Metalle, zweier ungleich erwärmter Substanzen wird Elektricität entwickelt; ebenso wird Elektricität frei bei jeder Operation, welche eine chemische Verbindung zur Folge hat, bei der einfachen mechanischen Theilung eines Körpers und bei dem Durchsickern von Wasser durch einen porösen Körper hindurch. Der Bau der Thiere besteht nun aus einer grossen Anzahl heterogener Substanzen, die untereinander in Berührung stehen, sich verbinden oder sich trennen; es liegt hier eine Vereinigung von festen, tropfbarflüssigen und luftförmigen Stoffen vor, die in einer beständigen Bewegung sich befinden, so dass jedes Organ, jede Function, jedes Molekül, jedes Atom ein Herd fortwährender elektrischer Vorgänge wird, wenn sie auch nicht alle aus diesem Agens das sie belebende Bewegungs- und Lebensprincip schöpfen.

Unabhängig von dieser allgemeinen Elektricität anerkennen wir jedoch mit Galvani eine eigenthümliche, dem Thiere inwohnende Elektricität, deren Ursprung und Ausgangspunkt im Nervensysteme liegt. „Sie ist nicht nur das energischeste Reizmittel dieses Systems, sondern vielmehr selbst das Agens bei den Eigenthümlichkeiten, welche dasselbe auszeichnen, und vielleicht der letzte Ring, welcher die rohe Materie mit dem Lebensprincipe verkettet; denn wir können unter ihrem Einflusse willkürlich alle Erscheinungen der allgemeinen und speciellen Sensibilität hervorrufen, wir können ebenso die bewegende Kraft der Muskelnerven isoliren und für sich besonders studiren.“ (Gavaret.) Die Schnelligkeit endlich der Eindrücke und des Wollens kann nur mit derjenigen der imponderablen Flüssigkeiten verglichen werden; sie sind augenblicklich wie das Licht und die Elektricität. Die Rechnungen, welche man zur Messung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Nervenkraft unternommen hat,*) beruhen auf keiner sicheren Basis und bis jetzt hat man noch nicht feststellen können, ob ein merklicher Zeitunterschied zwischen dem Augenblicke, in welchem der Wille befiehlt, und dem, in welchem das Glied gehorcht, zwischen dem Eindrucke auf den Sinn und der Vorstellung in dem Gehirne, stattfindet.

Die scheinbare Structur des Nervensystems, seine Vertheilung, seine Rolle in dem thierischen Bau beweisen eine gewisse Analogie zwischen diesem Systeme und den Instrumenten, welche die Kunst zur Erzeugung und Fortleitung der Elektricität zu Stande gebracht hat. Die elektrische Kraft steht im Verhältnisse zur Flächenausdehnung; ist nicht die Energie der Nervenkraft ebenso der Flächenausdehnung der Nervenorgane proportional? Lange Zeit zeigte das Se-

*) *Haller, Élém. de physial.* t. VI.

cirmesser der Anatomen in der Structur des Gehirns nur ein Naturspiel und seine besondere Bildung war den Physiologen ein Räthsel; allein die Erhöhungen und Vertiefungen, die Windungen, welche dies Organ durchziehen, vermehren gewissermassen die innere Oberfläche des Schädels; die Entdeckung der Faltenentwickelung des Gehirns durch Gall und Spurzheim machen die Bestimmung hiervon noch weit wahrscheinlicher. Rolando hat in den Lamellen des kleinen Gehirns alle Elemente der voltaschen Säule zu erkennen geglaubt, wobei die Nerven die Leiter sein würden, und nach ihm sind noch mehrere Anatomen derselben Ansicht gewesen. Fontana entdeckte mittels des Mikroskops in dem Gehirne Röhren, welche mit einer gallertartigen Flüssigkeit gefüllt sind, wie Ehrenberg noch entschiedener nachwies. Ferner unterschied Fontana an den Nervenfasern eine äussere, runzelige, ungleichförmige, knotenartige Röhre und einen Inhalt, der seinerseits in einer anderen häutigen und durchscheinenden Röhre besteht, welche mit einer fast gallertartigen Flüssigkeit erfüllt ist. Kurz in der Organisation der Nerven scheint Alles vorhanden zu sein, was zur Erzeugung und Fortpflanzung elektrischer Wirkungen nöthig ist.

Man hat allerdings und mit Recht den Einwand gemacht, dass eine gewisse Anzahl von Thieren, nämlich die von Blainville Amorphozoen genannten, kein Nervensystem besässen; allein Ehrenberg hat gefunden, dass selbst die mikroskopischen Thiere Nerven besitzen, und Tiedemann, Spix und R. Grant erklären, dass sie bei den Holoturien, also in der Familie der Zoophythen, Nervenfäden gesehen hätten. Professor Nitzsch hat bei der Ordnung der Cercarien, welche die Saamenthierchen mit begreifen, die Existenz dreier Augen nachgewiesen. Carus, Brachet und mit ihnen mehrere Anatomen pflichten endlich Oken's Ansicht bei, welcher glaubt, dass der Ursprung der thierischen Substanz in der Nervenmasse zu suchen sei, von der aus sich alle organischen Systeme gesondert hätten; die Gallerte der Polypen und der Medusen sei diese Materie in ihrem ersten, rohesten Zustande, und das Thier sei mit einem Worte nur Nerv.

Wir können somit die von der Mehrzahl der Physiologen gezogenen Schlüsse auf die Nichtbetheiligung der Elektricität bei der thierischen Dynamik nicht theilen. Die Identität dieses Princips und der Nervenkraft scheint uns im Gegentheile äusserst wahrscheinlich; sie ist erwiesen durch die besonderen Erscheinungen bei den elektrischen Fischen, durch den elektrischen Strom, welcher die Nerven und die Muskeln unter Einfluss des Willens durchläuft, durch die Structur und Bildung des Empfindungs- und Bewegungsapparates und endlich durch die Erscheinungen, dass das elektrische Fluidum das Vermögen besitzt, auf unsere Organe einzuwirken. Wollte

man einwenden, dass durch Aetzen, durch Brennen, durch Stechen eines Nerven die bewegende Kraft eines Muskels ebenfalls rege gemacht wird, so würde man damit doch nicht beweisen, dass der wirkliche Vorgang kein elektrischer sei, da wir sehen, dass die gegenseitige Berührung zweier ungleich erwärmter Körper, ebenso wie jede Veränderung in dem Zustande der Körper Elektricität entwickelt. Richerand fragt, wie denn ein Fluidum, welches immer dasselbe bleibe, das Mittel für so verschiedene Wirkungen sein könne? Ein Nerv leitet das Licht, ein anderer den Schall, dieser den Willen, jener die Empfindung; nun fragen wir dagegen: Kann ein und dasselbe Fluidum so verschiedenen Vorgängen Genüge leisten? Unbedenklich. Sehen wir nicht die Elektricität nach der Reihe als Wärme, als Licht, als trennende Kraft, als verbindende Kraft auftreten und mit dem Kennzeichen eines universellen Fluidums ausgerüstet? Ist die Verschiedenheit der Functionen der Organe mannigfaltiger und wunderbarer? Wir geben mit Person gern zu, dass das Leitungsvermögen der Nerven nicht sehr entschieden hervortritt, dass der elektrische Strom von den Nerven abgeht und sich in die benachbarten Theile verbreitet; aber kann man die wunderbaren und geheimnissvollen Verhältnisse des Organismus mit der Plumpheit der physikalischen Instrumente, so vollkommen dieselben auch immerhin sein mögen, vergleichen? Und überdies kann eine unerwartete Entdeckung den ganzen Zustand der Wissenschaft plötzlich verändern. Als v. Humboldt seine Beobachtungen an den Zitteraalen anstellte, deren Batterien Crocodile und Pferde gleich Blitzschlägen tödten, vermochte er anfangs nicht die geringste directe Wirkung auf die empfindlichsten Elektrometer zu erhalten, ebenso sah er keine elektrische Lichterscheinung. Jetzt weiss man, dass der elektrische Strom der Zitteraale und Zitterrochen einen Funken zu geben, gewisse Salze zu zerlegen und sogar Nadeln zu magnetisiren vermag. Dass die Instrumente die Gegenwart von Elektricität bei Ausübung der vitalen Functionen nicht herausstellen, thut also nichts zur Sache. Die Pupille ist bis jetzt das einzige Organ, welches für den Reiz des Mondlichtes empfindlich genug ist. Der Duft einer Blume macht auf das Geruchsorgan einen starken Eindruck und bringt im ganzen Organismus eine Erschütterung hervor. Doch was sage ich? Ein Gedanke, eine Erinnerung, ein Traum erregt alle Sinne, entflammt die Einbildungskraft, durchwühlt des Gehirn, setzt das Blut in einen unruhigen Lauf. Wer hat das Mondlicht gewogen, wer hat den dunstartigen Duft der Blumen, welcher in der Luft verbreitet ist, analisirt? Wer hat einen Gedanken, eine Erinnerung, einen Traum gemessen, gesehen, ergriffen? Gestehen wir also nur, dass unendlich feine Agentien, die für den Chemiker und Physiker bisher noch nicht nachweisbar gewesen sind, auf unsere

Organe einwirken; aber wenn wir behaupten wollten, dass diese Agentien, welche uns bei ihrer unendlichen Feinheit unfassbar sind, keine Modificationen, kein Ausfluss des elektrischen Fluidums seien, so würde dies eine unzurechtfertigende Uebereilung sein, und so sind wird wir denn, allen Bedenken, welche gewisse Forscher noch hegen, wohl Rechnung tragend, fest überzeugt, dass vielleicht bald die Zeit kommen wird, wo auf die Betheiligung der Elektricität bei den vitalen Vorgängen eine werthvolle und allgemein anerkannte Theorie gegründet sein wird.

Elektricität als therapeutisches Mittel.

Es war bei dem Gedanken an die Kraft des elektrischen Fluidums und an seine Analogie mit dem unsere Organe beseelenden Principe natürlich von der Elektricität eine Wirkung als therapeutisches Mittel zu erwarten. Jalabert aus Genf war im Jahre 1740 der erste, welcher Versuche über die Elektricität mit einigen Ansichten über die Natur ihrer Wirkungen veröffentlichte. Die Heilung eines Gelähmten bestärkte ihn, wie viele Gelehrte, in dem Glauben, dass in diesem neuen Principe die Medicin ein kräftiges Heilmittel erhalten habe. Der Veröffentlichung dieses Werkes folgten andere von Louis, Sauvages, Deshais, Bianchini, Lindhalf, Dehaën, Brydone, Gardane, Sans, Cavallo, Mazars de Cazelles, Nicolas, Bonnefoy, Mauduyt, Foller, Lord Stanhope, Falconer, Sigaud de la Fond, Bischoff, Thillaye dem Jüngeren, Augustin, Van Mons, Walther, Kunze, P. Süe u. a. Aber so sehr auch anfangs die Elektricität ausposaunt und beinahe als Universalmittel angepriesen wurde, sie verfiel doch bald in vollständigen Misscredit, und ungeachtet der Fortschritte, welche die Wissenschaft seitdem gemacht hat, ungeachtet der Anstrengungen einiger Gelehrten und einer weit verständigeren und weit rationelleren Anwendung dieses Mittels ist es ihr doch nicht gelungen, eine bestimmte Stelle in der Heilkunde einzunehmen, so dass sie heut zu Tage eigentlich nur ausnahmsweise Anwendung findet.

Ehe wir die Fälle bestimmen, in denen sie zweckmässig verwendet werden kann, wird es nöthig sein, ihre Wirkungsweise näher anzugeben. Uns scheint es, als ob alle Erfahrungen darauf hinaus laufen, dass sie in die Klasse der erregenden Mittel gehöre. Hierauf liefen auch die ersten Versuche ihrer Verwendung hinaus. Um darüber ein Urtheil zu gewinnen, was von der Elektricität erwartet werden könne, sind die Versuche von Mauduyt die geeignetsten, der unstreitig einer der aufgeklärtesten und zuverlässigsten Aerzte seiner Zeit war. Unter 82 Kranken, welche er in Behandlung nahm, fan-

den sich 51 Gelähmte. Neun von ihnen hörten schon nach wenigen Sitzungen auf; vier derselben hatten merkliche Besserung erhalten; 28 hielten nicht so lange aus, wie es Mauduyt verlangte, nämlich nur einen Monat, höchstens 5 Monate, also im Mittel 3 Monate; 21 hatten Linderung gefunden; bei fünfen wurde kein Resultat erzielt. Vierzehn Kranke gingen auf alle Bedingungen ein: bei vieren blieb alle Besserung aus, bei zehnen zeigte sich ein bemerkbarer Vortheil in Anwendung der Elektricität. Ihre Wirksamkeit schien zweifelhaft in einigen Fällen von Rheumatismus und Gicht; nicht so war es bei Taubheit, und sieben Kranke unter zehn Harthörigen fanden eine sehr entschiedene Besserung. Der eine dieser Kranken hatte an der Brust eine Drüsengeschwulst von der Grösse einer Haselnuss, die gänzlich verschwand. Dieser letzte Fall verdient ganz besonders Beachtung, denn es unterliegt keinem Zweifel, dass die Elektricität, wenn man sie mit Beharrlichkeit anwendet, eine grosse Zahl lymphatischer Geschwülste, die jeder anderen Behandlung gespottet haben, aufzulösen vermag. *Il Filiatre sebezio* enthält vier Fälle von Heilungen, die von Rocco, Manigrassi und Pizutti herrühren. Im ersten Falle handelt es sich um einen Arzt, welcher seit langer Zeit eine sehr schmerzhafte Steingeschwulst hatte die in der Nachbarschaft der letzten falschen Rippe auf der linken Seite angewachsen war; im zweiten um eine schmerzhafte geschwustartige Verstopfung scrophulöser Art, die an der einen Seite der unteren Kinnlade anhing; der dritte bezieht sich auf einen Arzt von 45 Jahren, der an einer krankhaften Vergrösserung (Hypertrophie) der Leber und der Milz und an einer alten Verstopfung der Gekrösedrüsen litt; der vierte endlich betraf einen Mann von 50 Jahren, der an Gichtschmerzen an den unteren Gliedern und an einer Knochenauftreibung (Hyperostose) von einem Zoll Durchmesser am oberen Drittel des linken Armes litt. In diesen verschiedenen Fällen wurde nur von dem Galvanismus Gebrauch gemacht, und es zeigte derselbe hier als therapeutisches Mittel vollständigen Erfolg. Burmann, welcher einen nicht zugeheilten Bruch des Schienbeins und des Wadenbeins zu behandeln hatte, der bereits drei und einen halben Monat alt war, kam auf den Gedanken, einen elektromagnetischen Strom quer durch die Bruchstelle gehen zu lassen mittelst Nadeln, welche den beiden Polen des Apparates correspondirten, und nachdem er vom 9. October an diese Behandlung täglich eine halbe Stunde lang fortgesetzt hatte, erzielte er schon bis zum 30. eine so bedeutende Besserung, dass er dem Kranken seine gewohnten Beschäftigungen vorzunehmen erlauben konnte. (*The medical Times*, 1848.)

Schuster heilte einen Wasserbruch (Hydrocele) durch Elektropunktur. Als dieser praktische Arzt diese Beobachtung der Academie der Wissenschaften zu Paris (23. October 1843) mittheilte,

empfahl er dasselbe Mittel bei der Bauchwassersucht, bei Sackgeschwulsten, bei blutigen und eiterigen Ergiessungen, bei Gefässerweiterungen, bei Hautkrankheiten, bei Venenentzündungen, bei Drüsenverhärtungen, bei Verhärtungen tuberculöser Art, bei krebsartigen Verhärtungen u. s. w. In der Gazette médicale (4. December 1841) liesst man, dass Dr. Krussel zu Helsingfors in Zeit von 5 Minuten mittelst des positiven Poles einer voltaischen Säule einen grauen Staar beseitigte, welchem Zerche in Petersburg für nicht operirbar erklärt hatte. Krussel behauptet überdies, dass er an Kaninchen mittelst des negativen Poles Staar erzeugt habe, welchen er darauf mit dem positiven Pole wieder vertrieben habe. Mit Recht müssen wir uns wundern, dass ein so einfacher Versuch von den Chirurgen nicht wiederholt worden ist, um, im Falle der Erfolg sich bestätigt, davon praktischen Gebrauch zu machen, oder, im Falle die Mittheilung sich als nicht stichhaltig herausstellt, sie auf ihren wahren Werth zurückzuführen.

Die Anwendung der Galvanopunktur bei Behandlung von Pulsadergeschwulsten (Aneurisma) hat sich in der Chirurgie auffallend günstig bewährt. Die erste Idee ging unstreitig von Pravaz aus; allein nach zwei vergeblichen Versuchen gab er diese Operationsweise gänzlich auf. Die Ehre, die Galvanopunktur bei Behandlung von Aneurismen empfohlen zu haben, gebührt daher Pétrequin, da er durch seine Erfolge die Chirurgen zur praktischen Anwendung ermunterte. Der erste Kranke, welcher geheilt wurde, war in das Hôtel-Dieu zu Lyon gebracht worden und hatte durch einen Fall von der zweiten Etage eine Geschwulst der Schlafarterie davon getragen. Die Operation, welche am 10. September 1845 vorgenommen wurde, dauerte ungefähr 12 Minuten. Am Ende der Sitzung hörten die Schläge auf; an Stelle der pulsirenden Geschwulst war eine feste Anschwellung getreten. Es traten keine üblen Folgen ein und die Heilung war vollständig. Durch dies Resultat ermuntert, heilte Dr. Ciniselli zu Cremona durch Galvanopunktur an einem Greise von 70 Jahren eine bedeutende Geschwulst an der Arterie der Kniekehle. Mit gleichem Erfolge behandelten de Lisio, Semmola und Derchia einen dreissig Jahre alten Glaser, der in Folge einer Geschwulst an der Arterie der Kniekehle in das Hospital der Unheilbaren zu Neapel gebracht worden war. Mehrere Fälle von Aneurismen sowohl an der Arterie des Armes, als der Kniekehle wurden von Pétrequin durch Galvanopunktur behandelt und waren nach einer Sitzung von 15 bis 20 Minuten beseitigt. Dieser geschickte Chirurg hat die erforderlichen Vorschriften gegeben, um die Elektricität durch den Beutel der Pulsadergeschwulst hindurch zu leiten und das Gerinnen des Blutes zu beseitigen, ohne die Haut zu ätzen und die Nerven zu reizen; die Hauptsache ist, die Nadel fast ganz

mit einer Schicht Lack oder einem andern isolirenden Stoffe zu überziehen.

In dem Studium der mit dem Namen Nervenkrankheiten bezeichneten verschiedenartigen Affectionen herrscht noch heut zu Tage eine solche Confusion und eine so grosse Unklarheit, dass man beinahe für alle die elektrische Behandlung, die doch nur für eine bestimmte Anzahl zweckentsprechend ist, in Vorschlag gebracht hat. Rostan und Jobert zu Lamballe, ausgezeichnete praktische Aerzte und sehr geschickte Chirurgen, verordnen sie mit einem ohne Zweifel durch zahlreiche Erfolge gerechtfertigten Vertrauen. Besonders bei nervösen Schmerzen (Neuralgie) hat man viel Rühmens davon gemacht. Harris*) erklärt, dass er in acht Fällen von Gehirnnervenschmerz durch galvanische Behandlung bei fünfen Heilung erhalten habe. Ungeachtet dieser günstigen Resultate sind wir doch sehr bedenklich, ob die Erfahrung dies ferner bestätigen möchte, und wir werden auch später sagen warum. Ebenso scheint die Elektricität bei Epilepsie, desgleichen beim Krampfe, verworfen werden zu müssen, da sie fast jedesmal die Anfälle verschlimmert hat. Nobili glaubte, dass der Galvanismus als Präservativ und selbst als Heilmittel bei dem Krampfe angewendet werden könne, weil er die Beobachtung gemacht hatte, dass durch fortwährendes Oeffnen und Schliessen des galvanischen Stromes bei dem Frosche eine Art von künstlichem Krampfe (Tetanus) erzeugt wurde, welcher durch die Einwirkung eines entgegengesetzten Stromes wieder verschwand. Matteucci war auf theoretischem Wege zu einer ähnlichen Ansicht gekommen. Unglücklicherweise spricht in dem einen Falle, welcher als Beweis für diese Methode angeführt wird, der Zustand des Kranken, an welchem dieselbe versucht wurde, entschieden dagegen.**) Die Anwendung der Elektricität bei der Behandlung der fehlenden Reinigung und der Störungen einiger anderen Regeln scheint rationeller und mehrere Fälle, in denen Heilung eingetreten ist, rechtfertigen das Verfahren. Achard zu Berlin hat dieselbe ebenso vorgeschlagen um eine hartnäckige Verstopfung zu bekämpfen; Leroy d'Etiolles bei den Wiederbelebungsversuchen an Ertrunkenen. Schon der amerikanische Dr. Strong, James Curry und früher bereits Hallé und Nysten sprachen von den Vortheilen, welche die Elektricität bei der Behandlung Scheintodter und vom Blitze Getroffener bieten könne.

Eine der wichtigsten Anwendungen der Elektricität ist die, welche von Jobert zu Lamballe gegen die beim Chloroformisiren bisweilen eintretenden schrecklichen Zufälle in Vorschlag gebracht ist. Die

*) *Archives de médecine. t.* VI, 2. série, 1834.
**) *Académie des sciences*, 14. mai 1838.

Versuche dieses gelehrten Chirurgen sind zwar bisher nur an Thieren angestellt worden, aber das gewonnene Resultat verdient die grösste Beachtung der Aerzte. Jobert hat die Wirkung der Elektricität in allen Stadien des Chloroformisirens studirt von dem ersten Augenblicke der Wirkung bis dahin, wo die Herzschläge aufhören wahrnehmbar zu sein. In diesem letzten Stadium ist der Versuch unnütz ein Leben, welches nicht mehr existirt, wieder hervorzurufen; aber so wie das Herz auch nur noch die geringste Contraction zeigt, stellt die Elektricität den regelmässigen Gang sofort wieder her; die Störungen, welche die anderen Organe erlitten haben, verschwinden ebenso, und unter dem Einflusse des belebenden Fluidums wird das Leben wieder rege. Bei diesen verschiedenen Versuchen bediente sich Jobert bald des Apparates von Duchenne, dessen beide Pole an den Anfang der Schleimhäute des Afters und Mundes geführt wurden, und bald wendete er die Galvanopunktur an, welche ihm noch zweckmässiger zu sein und energischer zu wirken schien.*)

Der Dr. Coudret betrachtet in einem Werke, welches den Titel führt: *Recherches-médico physiologiques sur l'électricité animale* (Paris 1827), das elektrische Fluidum als identisch mit dem Nervenfluidum, und ist der Ansicht, dass diese beiden Agentien wenigstens innerhalb gewisser Grenzen sich gegenseitig vertreten können. Nach diesem Arzte macht jeder entzündete oder schmerzende Theil eine merkliche Quantität Elektricität frei; die Mittel, welche dies Uebermaass von Fluidum zu entziehen geneigt sind, haben dann eine antiphlogistische und schmerzstillende Wirkung. Den unbehaglichen Einfluss, welchen die Elektricität bisweilen auf den körperlichen Zustand ausübt, schreibt Coudret einer abnormen Anhäufung derselben zu; um den daraus entspringenden Uebeln abzuhelfen, käme es also darauf an, das Uebermaass von Elektricität zu entfernen, welches die Phlogose oder Entzündung bedingt. Allenthalben, wo diese Mittel zur Anwendung kommen, haben alle Apparate den Zweck mehr oder weniger Aufregung und Reizung in den Organen zu veranlassen. Es handelt sich nun bei Coudret um die Entfernung der überschüssigen Elektricität. Seine Methode besteht darin, an den kranken Theil einen Apparat aus Metallspitzen anzulegen, der eine isolirende Handhabe hat und in seinem Centrum eine leitende Schnur enthält, durch welche eine Nadel mit dem Erdboden in leitende Verbindung gebracht werden kann. Er führt 96 Beobachtungen an, welche sich meistens auf Entzündungen des Zellgewebes beziehen, z. B. Rose, Augenentzündung oder nervöse Affektionen, z. B. Migräne, Herzklopfen, bei welchen die Anwendung seines elektromotorischen Apparates gute Dienste geleistet zu haben scheint.

*) *Mémoire présenté à l'Academie des sciences*, 29 août 1853.

Uebrigens ist dieses Verfahren nicht neu; denn im Jahre 1799 hatte die Academie zu Lyon einen Preis ausgeschrieben über folgende Frage: Welches sind die Krankheiten, welche von der grösseren oder geringeren Menge des elektrischen Fluidums im menschlichen Körper abhängen, und welches sind die Mittel dagegen? In der gekrönten Preisschrift des Abbé Bertholon sind die Krankheiten nach der Classification der alten Schule aufgestellt; sie sind alle elektrisch oder unelektrisch; die einen werden durch eine zu grosse Menge des Fluidums, die anderen durch einen zu geringen Theil desselben hervorgebracht. Hier findet man also eine vollständige therapeutische Doctrin und zwar eine, die sich auf Elektricität gründet. Die Mängel dieser Classification aufzudecken, ist unnütz; man findet sie mehr oder weniger in den Systemen der Mehrzahl von denen, welche Neuerungen auftischen. Sie enthält jedoch auch Gesichtspunkte, deren gänzliche Vernachlässigung in neuerer Zeit zu falschen Anwendungen eines therapeutischen Mittels Veranlassung gegeben hat, dessen wahre Kraft fast ganz misskannt worden ist und welches man auf unverantwortliche Weise vernachlässigt hat.

Alle Beobachtungen gehen, wie wir gesagt haben, darauf hinaus, dass die Elektricität in die Klasse der erregenden Mittel gehört; folglich ist die Anwendung derselben als wiederherstellende Kraft nur in den Fällen zuzulassen, welche durch Schwäche, Tonlosigkeit, Stillstand oder Mattigkeit der Functionen, Abzehrung der Organe charakterisirt werden. Steht dies fest, so ist die Anwendung der Elektricität als therapeutisches Mittel von der grössten Wichtigkeit. Die Verschiedenheiten, von welchen die verschiedenen Arten der Elektrisirung, z. B. mit der Leydener Flasche, dem elektrischen Bade, der Elektropunktur, der Galvanopunktur u. s. w. begleitet sind, hat man noch nicht genug studirt. Die Academie der Wissenschaften und die Academie der Medicin zu Paris haben Duchenne als denjenigen bezeichnet, welcher von der Elektricität die verständigste und vortheilhafteste praktische Anwendung zu machen verstanden habe. Sein Apparat mit doppeltem Strome gestattet ihm, die Intensität derselben auf einen sehr hohen Grad zu steigern und nach den Verhältnissen abzumessen. Die Nadeln, welche den Uebelstand hatten, bei den Kranken Schauder und Schmerz zu erregen, bisweilen sogar mehr oder minder grosse Schrammen zu erzeugen, hat er verworfen. Nach Duchenne sind die Inductionsapparate mit doppeltem Strome die einzigen, welche für die Heilkunde wirklich brauchbare Elektricität liefern; zugleich gestatten die Apparate die Wirkung auf die Peripherie des Körpers zu beschränken, oder auf einen bestimmten Nerv oder Muskel zu richten, oder in das Innere der Organe ohne Gefahr eindringen zu lassen. Unabhängig von der

oft glücklichen therapeutischen Anwendung, welche Duchenne davon bei Verletzungen der Sensibilität und Contractilität, bei anhaltenden Contracturen, theilweisen Lähmungen, Abzehrung der Glieder gemacht hat, ist er zu der Entdeckung bisher problematischer, oft missverstandener Functionen einiger Muskeln gekommen, und die localisirte Elektrisirung hat es nach der glücklich gewählten Bezeichnung des Professor Bérard möglich gemacht, gewissermassen eine Lehre von beseelten Muskeln (*myologie animée*) aufzustellen.[116])

ELFTES CAPITEL.

Von dem Einflusse der atmosphärischen Elektricität auf den Menschen.

Hippokrates hat in seinem Buche von der menschlichen Natur in wenig Strichen seine ganze Lehre von den Ursachen der Krankheiten dargelegt. Nach ihm haben die Krankheiten ihren Ursprung theils in der Lebensweise, theils in der atmosphärischen Luft. Das Charakteristische der letzteren besteht darin, dass eine grosse Anzahl von Personen gleichzeitig und in derselben Weise erkranken; denn es ist klar, dass die besondere Lebensweise eines Jeden nicht der Grund einer Krankheit sein kann, welche Personen jedes Alters, jedes Geschlechts und jedes Standes trifft. Der Grund davon liegt also, sagt Hippokrates, in einer Sache, deren wir uns alle bedienen, und dies ist die Luft, die wir athmen.

Für jeden aufmerksamen Beobachter steht es fest, dass die allgemeinen epidemischen Krankheiten von äusseren atmosphärischen Einflüssen herrühren, z. B. von der Temperatur, dem Feuchtigkeitszustande, den Jahreszeiten, den Winden u. s. w. Die Kenntniss der elektrischen Erscheinungen der Luft ist eine Eroberung der neueren Wissenschaft. Niemand kann jetzt bezweifeln, dass hierdurch die Vorgänge im thierischen Organismus wesentlich bestimmt werden; aber in Mitten so vieler bestimmender Ursachen ist uns die specielle Wirkungsweise der Elektricität und der Einfluss, welchen sie auf die Erzeugung der Krankheiten ausübt, noch unbekannt.

Wir haben oben Seite 93 u. 94 die Tabelle des Doctor Turley aufgenommen, welche Beobachtungen von vier aufeinander folgenden Jahren, 1845 bis 1848, enthält. Die mittlere Intensität der atmosphärischen Elektricität war in diesem Zeitraume in Zahlen ausgedrückt, 47 Grad im Juni und 605 Grad im Januar. Doctor Tur-

ley erklärt aus diesen Zahlen die Abgespanntheit (Atonie), welche sich unser im Juni und Juli bemächtigt, und die Energie unserer Functionen während des Winters; einem ähnlichen Unterschiede hat man ebenso die Indolenz der Bewohner südlicher und die Thatkraft der Bewohner nördlicher Länder zuzuschreiben gesucht. Aubert-Roche sagt: „An den Küsten des rothen Meeres, wo der Himmel stets klar ist, keine Wolke sich zeigt und kein Luftzug sich regt, kommt es vor, dass den Organismus eine solche Schwäche befällt, dass jede Muskelthätigkeit und jede Gehirnanstrengung peinlich wird, genau so wie man es in Europa bei Annäherung eines Gewitters an einigen Personen beobachtet. In diesem Falle ändert sich auf dem rothen Meere der Barometerstand nicht, so dass man diese Wirkungen der Schwere der Luft nicht beimessen kann. Wenn in Europa durch ein Gewitter eine ähnliche Wirkung hervorgebracht wird, so ändert im Gegentheile das Barometer seinen Stand; woraus man sieht, dass man eben so gut an den Zustand der Atmosphäre, wie an die Elektricität denken kann.“ *)

Wie Turley setzen einige Aerzte den Grad der Vitalität bei Pflanzen und Thieren in die grössere oder geringere Menge der vorhandenen Elektricität. Sie haben gar keine Bedenken dabei, einer Verringerung der Elektricität des Erdkörpers die Ursache der Kartoffelkrankheit und wohl ebenso der seit einigen Jahren auftretenden Krankheiten am Weizen, am Weinstocke und an der Rübe zuzuschreiben. Schon im Jahre 1845 stellte Raspail die Vermuthung auf, dass die erste dieser Krankheiten in einem meteorologischen Einflusse zu suchen sei, und zwar datirte dieser Gelehrte dieselbe von der Wasserhose (*Trombe*) von Monville und Malaunay. Diese Krankheit zeigte sich zu Doullens unmittelbar nach dem doppelten Gewitter am 29. Juli 1850, welches so sehr mit Elektricität beladen war, dass das Blitzen gar nicht aufhörte. In der Nähe von Doullens fiel Hagel von der Grösse eines Hühnereies und in Zeit von 1 Stunde 20 Minuten $16\frac{1}{2}$ Linie Wasser.

Allein während Einige die Mehrzahl der Epidemien einer Verringerung der atmosphärischen Elektricität zuschreiben, wird nach Anderen die grösste Zahl der Krankheiten, wozu namentlich die nervösen gehören, durch eine beträchtliche Anhäufung der allgemeinen Elektricität, deren Hauptquellen die Gewitterwolken und die morastigen Länder sind, herbeigeführt. Nach Pallas, Oberarzt zu Algier, zeigen die Moräste in ihren geographischen Verhältnissen und in ihrer Einwirkung auf die wesentlichen Verhältnisse im thierischen Leben die grösste Analogie mit der galvanischen

*) *Ann. d'hygr.* 1844. Nr 61.

Säule. Ihr schädlicher Einfluss wird um so fürchterlicher, je grösser die Menge der in ihrem Wasser aufgelösten organischen oder salzigen Stoffe ist. Die Isolirung mittelst Betten und Canapes, die auf Glas- oder Harzfüssen stehen, scheint ihm das zweckmässigste Mittel gegen diesen der Gesundheit so gefährlichen Einfluss zu sein.

Die Antwort, welche wir auf die vorstehenden Theorien geben, besteht einfach darin, dass Beweise fehlen; überdies sind, wie wir bereits bemerkt haben, die Naturforscher selbst bis jetzt noch gar nicht über die Rolle, welche die Elektricität bei Erzeugung von Krankheiten spielt, einig. Soll man dieselbe einer übergrossen oder einer zu geringen Stärke der elektrischen Intensität der Luft zuschreiben? Seit einigen Jahren findet die letztere Ansicht eine ziemlich grosse Anzahl von Anhängern, und namentlich seit dem letzten Auftreten der Choleraepidemie in Europa hat sie festen Fuss gefasst. Ein in Russland lebender französischer Arzt stützt seine Ansicht auf folgende Beobachtungen: Im Jahre 1847 entlud sich zu Moskau ein von Blitz und Donner begleitetes Gewitter, wodurch jedes Jahr das Ende des Winters und der Anfang des Frühlings sich ankündigt; so gab es auch im Jahre 1847 zu Moskau keine Spur von Cholera. Im Jahre 1848 hielt der Winter länger an, kein Gewitter kam und die Cholera trat auf. Sie überfiel St. Petersburg am 9. Juni desselben Jahres; während dieses ganzen Monats war kein Gewitter, kein Blitz, kein Donnerschlag, und in diesem Zeitraume steigerte sich die Epidemie. In der Nacht vom 5. zum 6. Juli kam in Folge eines drückend heissen Tages ein heftiges Gewitter, Blitz und Donner folgten ohne Unterbrechung auf einander. Dies war das Signal für die Abnahme der Krankheit. Die vorstehende Beobachtung beweisst jedoch durchaus nicht, dass die Cholera durch einen Mangel an Elektricität in der Luft entsteht. Scheinen etwa folgende Thatsachen dieser Hypothese günstiger?

In einem Briefe aus St. Petersburg liesst man Folgendes: „Während der ganzen Zeit, dass die Cholera mit Heftigkeit hier wüthete, eine Zeit, zu welcher es nicht weniger als 1000 Kranke und 500 Todte täglich gab, war die Magnetnadel in fortwährender Bewegung und Schwankung. Diese Unregelmässigkeit hörte nur an einem Tage auf, an welchem ein dichter Nebel über der Stadt lag. Unter denselben Umständen hat man bemerkt, dass die elektrischen und magnetischen Apparate viel von ihrer Kraft verloren. Ein Magnet, welcher gewöhnlich 80 Pfund trug, hielt nicht mehr als 13 mitten in der Epidemie. Seit die Cholera in Abnahme ist, nimmt die Kraft der Magnete wieder allmälig zu und von 13 Pfund ist dieselbe wieder auf 60 gestiegen. Zu einer Zeit versagte sogar der elektrische Telegraph seine Dienste.“ Als Arago (28. August 1848) diesen Brief

der Academie der Wissenschaften zu Paris vorlegte, sprach er sowohl über die Zuverlässigkeit, als über die Erklärung des Phänomens sein Bedenken aus. Er erinnerte daran, dass man in Frankreich während der Epidemie des Jahres 1832 nichts Aehnliches beobachtet habe und wir fügen jetzt noch hinzu, dass auch im Jahre 1849 bei dem zweiten Auftreten dieser Krankheit sich nichts Derartiges gezeigt hat.

Ebenso hat man, aber ohne Beweise dafür beizubringen, behauptet, dass, als die Cholera zu Cayenne hauste, die Magnetnadel grosse Störungen gezeigt habe, und dass die elektromagnetischen Apparate einen Theil ihrer Kraft verloren hätten. Die zu Berlin, Hamburg, London, Paris angestellten Beobachtungen haben keine derartige Anomalie ergeben; doch war dies nicht der Fall zu Brüssel, wo während des grössten Theils des Jahres 1849 die atmosphärische Elektricität eine geringere Intensität, als in den vorhergehenden Jahren zeigte. Von 1845 bis 1848 hatte das Elektrometer für den Monat Januar im Mittel 53 Grad ergeben; im Jahre 1849 ist das Mittel nur 39 Grad gewesen. Dies Missverhältniss hielt an bis zum Monat August; dann schien Alles in Ordnung zu kommen, und die jährliche Periode nahm ihren gewohnten Verlauf. Wie in gewöhnlichen Jahren zeigte sich das Intensitätsmaximum im Januar und das Minimum im Juni. Quetelet, welcher das Resultat dieser von Peltier mit dem Elektrometer angestellten Versuche mittheilt, enthält sich jedes Schlusses, den man hieraus in Beziehung auf die Ursache der Cholera ziehen könnte.*)

Fourcault ist unter den französischen Aerzten als einer der entschiedensten Anhänger der Ansicht aufgetreten, nach welcher die meteorologischen Ursachen bei der Erzeugung mörderischer Epidemien mitwirken. Nach ihm hat die Cholera ihren Ursprung darin, dass der Gleichgewichtszustand der atmosphärischen Elektricität und des Erdmagnetismus gestört ist. In Folge dieses Umstandes verlieren die lebenden Körper einen Theil ihrer Elektricität und sind nun schlimmen Anfällen ausgesetzt, welche auf die secundären Ursachen bei den wichtigen Functionen bestimmend einwirken können. So sieht man die Epidemie in denjenigen Gegenden der Erde, in denjenigen Jahreszeiten und zu denjenigen Tageszeiten auftreten, wo man die grösste Abnahme der Elektricität beobachtet, d. h. unter den Tropen, im Sommer und des Nachts, während sie in Folge der Zunahme der elektrischen Kraft der Atmosphäre in nördlich gelegenen Gegenden, im Winter und während des Tages abnimmt, ihre Wanderung zeitweise oder gänzlich einstellt.

---

*) *Ann. de la médecine belge, janvier* 1850.

Fourcault schreibt ebenso dem gestörten Gleichgewichtszustande des Elektromagnetismus die Pest, das gelbe Fieber und die schlimmen intermittirenden Fieber zu; Krankheiten, welche namentlich unter Leuten, die auf dem Erdboden schlafen, so fürchterlich hausen. Unter diesen Umständen sind also nicht angeblich tödtliche Ausdünstungen die Ursache davon, dass die Erde einer Menge von Menschen, welche die Nacht im Freien zubringen, den Keim einer Krankheit einimpft, sondern der Grund ist vielmehr darin zu suchen, dass die Erde ihnen die beiden wesentlichsten Lebensagentien, die Wärme und die Elektricität, entzieht. Fourcault schlägt deshalb vor, die Betten der Cholerakranken mittelst Substanzen, welche die Elektricität nicht leiten, zu isoliren. Er ist überzeugt, dass man noch günstigere Resultate gewinnen würde, wenn man den Leuten, welche epidemischen Einflüssen vorzugsweise ausgesetzt sind, Hängematten und ebenso auf Harz- oder Glasfüssen stehende Betten zum Gebrauch zukommen liesse.

Wiewohl man auf keine schlagende Weise nachgewiesen hat, dass die Epidemien in einer Intensitätsschwächung des Elektromagnetismus der atmosphärischen Luft ihren Ursprung haben, so erscheinen die vorstehenden Beobachtungen doch ausreichend, um die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand zu lenken. Die drei grossen Geisseln, welche die Völker der neueren Zeit decimiren, die Pest, die Cholera und das gelbe Fieber, sind in den heissen Klimaten Afrikas, Asiens und Amerikas erzeugt worden. Gerade in der wärmsten Jahreszeit richten sie die grössten Verheerungen an. Indessen, wenn auch in diesen Ländern und in diesen Jahreszeiten der elektrische Zustand der Luft sich auf seinem Intensitätsminimum findet, muss man nicht gleichfalls die hohen Temperaturen und die Ausdünstungen, welche aus einem ausgedörrten Boden aufsteigen, mit in Anschlag bringen? Ueberdies ist noch gar nicht bewiesen, dass die gewöhnliche elektrische Stärke in den Jahren und zu den Zeiten, welche durch grosse Epidemien besonders bezeichnet sind, eine Schwächung erlitten habe.

Die täglichen Variationen in den verschiedenen bei der Luft in Betracht kommenden Verhältnissen sind in enge Grenzen eingeschlossen, und wenn die Beobachtungen sich auf ein Jahr, auf eine Jahreszeit oder selbst auf einen einzigen Monat erstrecken, findet man fast dieselben Mittel. Dennoch üben die Veränderungen zu den Zeiten, wo sie vorgehen, einen entschiedenen Einfluss auf die organisirte Welt aus. Wir sind zu der Ansicht geneigt, dass das für einen freien Vollzug der Funktionen günstigste Verhältniss dasjenige ist, wo das glaselektrische und harzelektrische Fluidum sich gegenseitig bindend und neutralisirend den natürlichen Zustand der Körper herstellen. Wenn aber die Luft feucht ist, so wird ein nicht unbe-

deutender Verlust von Elektricität bei allen gut leitenden Körpern herbeigeführt. Dieser Verlust ist eine der Ursachen der Mattigkeit, welche man um so mehr spürt, eine je grössere Feuchtigkeit das Hygrometer anzeigt. Sind Gewitterwolken im Begriffe sich zu bilden, so findet eine Einwirkung auf die in dem menschlichen Körper im unelektrischen Zustande enthaltene Elektricität statt und es tritt eine Zersetzung derselben ein. Dieser Zustand kann, wie bei der Erde, bis zu dem Grade der Spannung gesteigert werden, welcher die Blitzschläge verursacht. Die Natur scheint in ihren Gesetzen gestört: man sieht manche Quellen aufwallen und Flammen mitten aus den Gewässern hervorspringen. Man empfindet dann wahrhaft fulgurante Schmerzen in den erectilen Geschwülsten, Krebsgeschwüren, alten Narben, Hühneraugen u. s. w. Bei Annäherung der Gewitter werden Personen von nervösem Temperamente bisweilen von Engbrüstigkeit, von Herzklopfem befallen; alle Krankheiten, bei denen Schmerz ein charakteristisches Element ist, also dauernder Nervenschmerz, Leibschneiden, Kopfschmerz, Migräne, chronische Rheumatismen, rühren sich oder verschlimmern sich. Ich habe in solchen Augenblicken Krisen von ungemeiner Heftigkeit eintreten sehen; aber kaum dass die ersten Regentropfen fallen, wodurch diese Masse freien elektrischen Feuers, welches die Atmosphäre durchzuckt, in das gemeinsame Reservoir geleitet wird, so beruhigen sich die Schmerzen und bisweilen verschwinden sie wie durch einen Zauber.

Nachdem so gezeigt ist, welchen Grad der Ueberreizung eine mit freier Elektricität geladene Atmosphäre oft bei nervösen Kranken herbeiführt, wird es auch leicht begreiflich, wie ein Gewitter auf den Menschen in moralischer Hinsicht einwirken muss. Die Ungeduld, der Jähzorn, alle heftigen Leidenschaften können durch ein Uebermaass von Elektricität zum Ausbruche kommen, und die Ruhe des Gemüthes scheint mit der Aufheiterung des Himmels zurückzukehren. Sind solche Eindrücke lange anhaltend und wiederholen sie sich oft, so ist eine starke Einwirkung auf Alles, was mit dem Gehirne in Verbindung steht, die nothwendige Folge. Daher kommt es, dass man bei den Völkern der heissen Zone neben einer träumerischen Fahrlässigkeit und Gleichgültigkeit eine physische und moralische Reizbarkeit antrifft, welche bisweilen in die heftigsten Leidenschaften ausartet. Daher kommt vielleicht die Unstätigkeit des Geistes, das Ungestüm des Verlangens, wobei der Vernunft nicht immer gestattet ist, ihre Herrschaft zu behaupten, so dass oft Ereignisse eintreten, die auf das Schicksal des Menschen von dem entschiedensten Einflusse sind.

Ueben die Gewitter, welche die Atmosphäre so aufwühlen, eine wahrnehmbare Wirkung aus auf die bei der Luft in Betracht kommenden Verhältnisse und auf die Erzeugung von Krankheiten?

Lange Zeit hat man wiederholt, dass an allen Stellen der Erde und zu allen Jahreszeiten die atmosphärische Luft dieselben Elemente und in gleichbleibender Proportion enthalte. Die neuesten Analysen der Chemiker haben jedoch gezeigt, dass die Luft eine gewisse Anzahl von Stoffen enthält, von deren Existenz man früher nicht einmal eine Ahnung hatte. Die drei hauptsächlichsten sind folgende: Ammoniak, Salpetersäure und Ozon, welche entschieden elektrischen Ursprungs sind.

Die von Pierre, Professor an der Fakultät der Wissenschaften, in der Nähe von Caen vier Monate lang angestellten Analysen lieferten ihm 2,3 Gran Ammoniak auf 100 Cubikfuss Luft. Die von Boussingault angestellten Versuche zeigen, dass der im Freien fallende Regen merklich weniger Ammoniak enthält, als der mitten in Städten aufgefangene. Der erstere enthält nicht einmal $^2/_{100}$ Gran Ammoniak auf ein Quart, während in dem auf dem Observatorium zu Paris gesammelten Wasser die Quantität desselben im Mittel auf $^{62}/_{1000}$ Gran stieg. Diese Resultate werden Niemanden überraschen; denn die Atmosphäre grosser Städte wird fortwährend durch die Ausströmungen von einer grossen Zahl thierischer Produkte verdorben. Doch dem sei, wie ihm wolle; es steht fest, dass die Luft allenthalben eine grössere oder geringere Menge Ammoniak enthält. Nach Barral liefert das Regenwasser, welches jährlich zu Paris auf eine Fläche von 4 preuss. Morgen fällt, die ungeheure Menge von 67 Pfund Stickstoff, von welchen $19^1/_2$ auf das Ammoniak und $47^1/_2$ auf die Salpetersäure kommen.[117]) Schon Cavendish hatte entdeckt, dass der elektrische Funke unserer Apparate in der Luft die Bildung von Salpetersäure veranlasst; Bergmann, Liebig und Henri Ben-Jones hatten merkliche Spuren dieses Stoffes im Regenwasser gefunden; aber diese unbestimmten Schätzungen boten lange nicht die Genauigkeit der von Barral ausgeführten Messungen, auf die wir in einem anderen Theile dieses Werkes zurückkommen werden.

Die Entdeckung des Ozons, welche man Schönbein in München verdankt, hat nach Faraday eine grosse Zukunft. Nach diesem erzeugt sich fast immer Ozon, wenn in der Luft eine elektrische Entladung stattfindet; ebenso bildet sich dasselbe in Wasser, durch welches ein elektrischer Strom gegangen ist. Es ist ein dem Peroxyde des Hydrogens von Thenard analoger, gasartiger Körper oder vielleicht ist es auch nur Oxygen in einem besonderen Zustande und begabt mit besonderen Eigenschaften. Es erzeugt den höchsten Oxydationsgrad, dessen metallische Stoffe fähig sind, zerstört blaue Pflanzenfarben und bleicht Indigo und Curcuma.[118])

Nach Schönbein rührt der Geruch, welchen die Elektrisir-

maschinen verbreiten, ebenso der des Chlors im concentrirten Zustande vom Ozon her. Mit diesem Stoffe beladene Luft erschwert das Athemholen, entzündet die Schleimhäute, erregt Husten und überhaupt unangenehme Empfindungen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass es in reinem Zustande ein tödtliches Gift ist.

So lange es an Beobachtungen fehlt, wollen wir es nicht wagen, eine Vermuthung auszusprechen. Es wird jedoch Niemand den epidemischen, nach Einigen sogar ansteckenden Charakter der Augenentzündung, des Schnupfens, des Lungenhustens, der Grippe, der gastrischen Verschleimung, des Typhus, des Rheumatismus, der Ruhr in Zweifel ziehen. Die Mehrzahl der Pathologen schreibt einen Theil dieser Leiden atmosphärischen Veränderungen zu, namentlich dem plötzlichen Umschlagen einer warmen Temperatur in eine kalte. Im Gegensatze zu den sonst gewöhnlichen willkürlichen Behauptungen haben wir bemerkt, dass die Mehrzahl der Epidemien, welche atmosphärischen Ursprungs sind, meistens zur Zeit gerade der umgekehrten Aenderungen eintreten, nämlich beim Umschlagen vom Kalten zum Warmen. Wir haben eine ziemlich grosse Anzahl von Personen kennen gelernt, die jedesmal bei sehr warmem Wetter von hartnäckigem Schnupfen befallen wurden. Bei der Entstehung der Krankheiten, welche wir eben angeführt haben, scheint uns die Mitwirkung der Elektricität nicht zweifelhaft. Fortgesetzte Versuche können uns allein darüber belehren, ob sie unter diesen Umständen direct wirkt, oder indirect mittelst gasförmiger Körper, deren Bildung in der Luft sie hervorruft, sei es das Ammoniak, oder die Salpetersäure, oder endlich das Ozon. Nach Schönbein ist es namentlich der letzte Stoff, welcher die Schleimhäute angreift und catarrhalische Epidemien erzeugt. Er sagt, dass er kleine Thiere, z. B. Mäuse, in einer mit Ozon beladenen Atmosphäre habe sterben sehen. Alle Welt hat die Beobachtung machen können, dass Seidenwürmer und andere Insekten in Folge eines Gewitters in grosser Zahl zu Grunde gehen. Das Gewitter, welches Ende Juli 1848 Abends um 11 Uhr sich über Paris entlud, verschlimmerte den Zustand der im Juni Verwundeten merklich, und in dieser Nacht war die Zahl der Todesfälle in den Hospitälern und Ambulancen viel beträchtlicher, als in den vorhergehenden.

Ungeachtet der geringen Anzahl von Beobachtungen, welche die Wissenschaft besitzt, scheint uns der Einfluss der atmosphärischen Elektricität in der Aetheologie der Krankheiten unbestreitbar. Wir sind überzeugt, dass man nur dann, wenn man die Art und Weise des Einflusses, welchen die Elektricität ausübt, näher angiebt, zu bestimmten Begriffen gelangen kann; man wird unzweifelhaft dahin kommen, wenn man diese Wirkung der Elektricität in dreifacher Hinsicht studirt, nämlich in Hinsicht der Intensität, der Zersetzung in gut leiten-

den Körpern und endlich der Produkte, welche sie in der Atmosphäre, sei es langsam, sei es bei der heftigen Entladung in Gewittern erzeugt.

ZWÖLFTES CAPITEL.

Von dem Erdmagnetismus*) im Allgemeinen.

Der mineralische Magnetismus ist wie die Elektricität eine der merkwürdigsten Erscheinungen im Gebiete der Physik; es ist jedoch das, wodurch er hervorgerufen wird, noch völlig unbekannt und ausserdem hat die Entdeckung dieses an sich so interessanten Agens noch über keinen meteorologischen Vorgang irgend ein Licht verbreitet. Der natürliche Magnet findet sich in grösserer oder geringerer Menge in den Eisengruben. Schon in den frühesten Zeiten waren die Eigenschaften desselben bekannt; denn Thales und Pythagoras theilten sie ihren Schülern mit und die westlichen Völker wussten sehr wohl, dass das Eisen die Eigenschaften des Magnetsteines annehmen und lange behalten kann.[119])

Es giebt Magnete von einer solchen Kraft, dass sie bedeutende Massen, welche an sie gehängt werden, tragen können. Plinius[119]) erzählt, dass Dinochares dem Ptolemäus Philadelphus den Vorschlag gemacht habe, einen Tempel zu bauen mit einem Magnetsteine in der Kuppel, der ohne irgend eine Unterstützung eine eiserne Statue der Königin Arsinoe schwebend halten sollte. Auch der heilige Augustin spricht von einer Statue, welche zu seiner Zeit zu Alexandrien mitten im Tempel des Serapis geschwebt habe. Auf der grossen Ausstellung zu London im Jahre 1851 befanden sich künstliche Magnete des englischen Fabrikanten Henley, welche gegen 20 Centner trugen; sie waren aus 30 bis 40 Lamellen zusammengesetzt.

Kuopho, ein chinesischer Philosoph des vierten Jahrhunderts sagt:[120]) „der Magnet zieht das Eisen, wie der Bernstein die kleinsten Senfkörner, an. Es ist wie ein Windeshauch, der beide geheimnissvoll durchweht und pfeilschnell sich mittheilt.“ Duhalde behauptet in seiner Schilderung von China, dass man bereits 1000 Jahre v. Chr. sich bei den Landreisen quer durch die ungeheuren

---

*) Euripides braucht für den natürlichen Magnet die Bezeichnung Magnetstein nach der Stadt Magnesia, doch nennt man ihn auch herakleischen Stein von der Stadt Heraklea. Beide Städte lagen in Lydien, woselbst der Magnet zuerst entdeckt sein soll.

Steppen der Tartarei des Compasses bedient habe. Von Humboldt sagt:*) 1110 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung machte der Kaiser Tsching-Wang den Gesandten von Tunkin und Cochinchina, welche den Rückweg nicht wieder zu finden fürchteten, ein Geschenk mit fünf magnetischen Wagen, auf denen der bewegliche Arm einer kleinen menschlichen Figur unausgesetzt nach Süden zeigte; ja im dritten Jahrhunderte nach unserer Zeitrechnung segelten schon die chinesischen Fahrzeuge im indischen Oceane nach magnetischer Süd-Weisung. Nach v. Humboldt hat diese frühe Kenntniss und Anwendung der Magnetnadel den chinesischen Geographen in orographischer und hydrographischer Hinsicht einen grossen Vorzug gegeben. Sie hatten schon den Lauf der grossen Ströme bestimmt, den Strich der Bergketten ermittelt, als den griechischen und römischen Geographen die wahre Richtung der Apenninen und Pyrenäen noch unbekannt war. Der berühmte Marco Paolo soll die Kenntniss des Compasses im Jahre 1295 aus China mitgebracht haben. In einem nicht gedruckten satirischen Gedichte von Guyot aus der Province, welches um das Jahr 1200 verfasst ist, wird jedoch ein derartiges Instrument unter dem Namen *Marinière* erwähnt.**) Die am meisten verbreitete Ansicht ist indessen die, dass die Entdeckung dem Neapolitaner Flavio Gioja (um das Jahr 1300) gebühre. Erst lange nachher (1492) entdeckte Christoph Columbus die neue Welt und umsegelte Vasco de Gama (1497) das Cap der guten Hoffnung.[121])

Unter allen magnetischen Phänomenen, so wichtig und interessant sie übrigens aus rein wissenschaftlichem Gesichtspunkte sind, bietet der Compass noch einzig und allein ein wirklich praktisches Interesse. Jedermann weiss, dass ein an einem Faden aufgehängter oder auf einer Spitze frei beweglicher Magnet sich nach einigen Schwankungen von selbst mit seiner Axe so stellt, dass das eine Ende nordwärts, das andere südwärts gerichtet ist. An diese Entdeckung knüpft sich die Entdeckung der Länder und der Inseln, welche ganz neue Wege in dem Verkehre der Völker eröffnet und den Horizont unserer Kenntnisse so sehr erweitert haben. Es ist zwar wahr, dass 500 Jahre vor der christlichen Zeitrechnung der Carthaginienser Hanno den Befehl erhalten hatte, Afrika zu umsegeln; aber er konnte, obgleich er wirklich durch die Strasse von Gibraltar in den Ocean hinaus fuhr, aus Mangel an Lebensmit-

---

*) *Asie centrale, introduction;* vergl. Kosmos I. S. 187 u. 429; II. S. 294.

**) Guyot aus der Province besuchte als Troubadour die europäischen Hauptstädte und machte eine Reise nach Jerusalem. Nach seiner Rückkehr trat er in das Kloster zu Cluny und verfasste sein „*Bible*" betiteltes Gedicht, in welchem er die Fehler der Menschen aller Stände geisselte.

teln seine Entdeckungsreise nicht über das Cap Bojador hinaus ausdehnen. Dennoch ist es schwer zu bestreiten, dass das Cap der guten Hoffnung nicht vor der Entdeckung des Compasses umsegelt sei. Um sich hiervon zu überzeugen, genügt es, folgende Stelle des Herodot zu lesen:*)

„Unter der Regierung und auf Befehl des ägyptischen Königs Necho schifften Phönicier vom rothen (erythräischen) Meere aus in das südliche Meer. Beim Eintreten des Herbstes landeten sie an der Stelle Lybiens, wo sie eben waren, säeten dort Getreide, warteten die Erndte ab, dann setzten sie ihre Reise fort. So schifften sie zwei Jahre lang und im dritten segelten sie durch die Säulen des Herkules und kamen nach Aegypten zurück. Bei ihrer Rückkehr erzählten sie, dass sie bei ihrer Fahrt um Libyen herum die Sonne zu ihrer Rechten gehabt hätten.“ Der Geschichtschreiber fügt hier hinzu: „dies scheint mir ganz unmöglich zu sein.“ Herodot's eigene Aeusserung ist ein Beweis für die Wahrheit dessen, was er erzählt. Aber wir sehen auch hieraus, dass, wenn gleich einige verwegene Abenteurer in ihrer Kühnheit eine gewagte Fahrt längs der Küsten und auf unbekannten Meeren unternommen haben, ihr Beispiel wenig zur Nachahmung gereizt hat. Die Erfindung des Compasses ist es mithin allein, welche die entlegenen Meere dem Menschen unterthan gemacht hat; auch das hat man ihr zu danken, dass die Schifffahrt eine fast mathematische Wissenschaft geworden ist.

Im Jahre 1600 hatte einer der geistreichsten Männer, William Gilbert, indem er wie durch eine Art Inspiration die Entdeckungen mehrerer Jahrhunderte vorhersagte, in einem Werke, welches den Titel führt: *Physiologia nova de magnete* behauptet, dass der Magnetismus und die Elektricität nur verschiedene Aeusserungen ein und derselben Kraft seien, die der Materie zwar inwohne, von derselben aber verschieden sei; denn sie könne schwächer werden, ganz verschwinden und wieder auftreten, ohne irgend wie die Körper äusserlich oder in ihrem Gewichte zu verändern. Gilbert betrachtete die Erde als einen grossen Magnet und zog dabei nur die Quantität der materiellen Theilchen in Betracht.[122])

Duperrey stellte in einer der Academie der Wissenschaften zu Paris am 23. December 1833 vorgelegten Arbeit neue und beachtenswerthe Gesichtspunkte in Betreff des Erdmagnetismus auf. Indem er die Oberfläche der beiden magnetischen Hemisphären einer Rechnung unterwarf, fand er, dass die nördliche sich zur südlichen verhält wie 1,000 zu 1,0154, woraus er auf eine der Temperatur analoge Ungleichheit schliesst. Die südliche Hemisphäre ist nach Duperrey

*) Herodot lib. IV. c. 42.

kälter als die nördliche und zwar noch nicht um einen vollen Grad.

Der gelehrte Begründer einer allgemeinen Theorie des Magnetismus, Friedrich Gauss, setzt die magnetische Kraft der Erde gleich der von 800 einpfündigen Magnetstäben auf jedem Cubikmeter ($32^1/_3$ Cubikfuss). Nach Gilbert rührt der magnetische Zustand der eisernen Kreuze auf Kirchthürmen von dem Erdmagnetismus her. Die erste derartige Beobachtung machte 1590 ein Chirurg aus Rimini, Namens Julius Cäsar, an dem Thurme der Kirche des St. Augustin zu Padua. 40 Jahre darauf machte Gassendi dieselbe Beobachtung an dem vom Blitze getroffenen Kreuze des Thurmes des Saint-Jean zu Aix. Seitdem hat man genauer gefunden, dass ein Stahlstab magnetisch wird, wenn man ihn eine Zeit lang in der Richtung belässt, nach welcher die Magnetnadel hinzeigt. Die Eisenerze*) und die eisernen oder stählernen Instrumente sind alle mehr oder weniger magnetisch. Ebenso üben die Eisenmassen, welche beim Baue der Schiffe verwendet werden, die Anker, die Kanonen und die verschiedenen Geräthschaften auf den Compass und den Gang der Chronometer einen störenden Einfluss aus, worauf man zuerst durch Wales, der als Astronom Cook's Expedition mitmachte, aufmerksam geworden ist. Die Missweisung der Nadel kann bis auf 15 bis 20 Grad steigen. Professor Barlow zu Wolwich hat, um diesem grossen Uebelstande abzuhelfen, einen von den Physikern zweckmässig befundenen und unter dem Namen „magnetischer Compensator" bekannten sinnreichen Apparat angegeben.

Die charakteristische Eigenschaft des Magnets ist die, Eisen anzuziehen und von demselben mit gleicher Stärke angezogen zu werden. Diese Einwirkung des Magnets und Eisens auf einander erfolgt im luftleeren und lufterfüllten Raume und ebenso mit Ausnahme einer dünnen Eisenplatte, durch beliebige andere Körper hindurch; die Wirkung nimmt jedoch ab, wenn der Abstand beider Körper grösser wird. Jeder Magnet hat zwei Pole und eine neutrale Stelle (Indifferenzstelle), an welcher keine Anziehung stattfindet; ein Phänomen, welches sich stets in gleicher Weise an jedem Stückchen eines zerbrochenen Magnets zeigt, denn auch da sind zwei Pole und eine Indifferenzstelle.

Ein elektrischer Strom, einige Entladungen einer Leydnerflasche genügen, um einen mit Seide umsponnenen und schraubenförmig gewundenen Metalldraht magnetisch zu machen. In England hat man behauptet, dass Nadeln magnetisch würden, wenn man sie dem Sonnenlichte aussetzte; allein Riess und Moser haben diese Ver-

*) Es giebt in Norwegen, Schweden, zu Siam, auf den Philippinen, auf St. Domingo bedeutende Mengen von Eisenerz, welches die magnetischen Eigenschaften in sehr hohem Grade zeigt.

suche wiederholt und das Resultat nicht bestätigt gefunden.[123]) Wenn man einen mit Seide umsponnenen Metalldraht schraubenförmig, z. B. um eine kleine Glasröhre, wickelt, die Drahtenden nach der Mitte umbiegt, und von da so abgehen lässt, dass man den Apparat frei aufhängen kann, so richtet sich die Schraube wie eine Magnetnadel gegen die Erdpole, sobald ein galvanischer Strom hindurchgeht. Arago hat gezeigt, dass eine in das Innere dieser Drahtschraube gesteckte Eisennadel sofort magnetisch wird. Oersted hat gefunden, dass eine Magnetnadel, in deren Nähe ein elektrischer Strom läuft, seine natürliche Stellung ändert und sich nicht mehr gegen die Erdpole richtet.[124])

Wenn der Blitz in ein Schiff schlägt, hat man eine Umkehrung der Pole des Compasses beobachtet; einige Male wurde der Magnetismus in magnetischen Körpern gestört, andere Male wurden metallene Instrumente magnetisch, welche vorher keine Spur davon zeigten. Im Jahre 1675 segelten zwei Schiffe gemeinschaftlich von London nach Barbadoes. Auf der Höhe der Bermuden zerschmetterte der Blitz den Mast des einen Schiffes und zerriss seine Segel, während das andere unbeschädigt blieb. Der Capitain des zweiten Schiffes nahm bald darauf wahr, dass das erstere wendete und nach England zurückkehren zu wollen schien; er fragte nach der Ursache dieses plötzlichen Entschlusses und war nicht wenig erstaunt zu hören, dass sein Gefährte seinen ursprünglichen Weg noch immer zu verfolgen meinte. Bei genauerer Prüfung der Compasse des vom Blitze getroffenen Schiffes ergab sich, dass die Lilien auf den Windrosen, welche früher nach Norden wiesen, gerade entgegengesetzt den Südpunkt anzeigten, so dass also die Pole durch den Blitzschlag vollständig umgekehrt waren. Dieser Zustand erhielt sich unverändert während der ganzen Reise.

Boyle berichtet, dass im Monat Juli 1681 das Schiff der Albemarle, als es sich ungefähr 50 Meilen vom Vorgebirge Cod befand, vom Blitze getroffen wurde. Ausser bedeutenden Beschädigungen erkannte man nach Einbruch der Nacht aus der Stellung der Sterne, dass von den drei auf dem Schiffe vorhandenen Compassen zwei, anstatt wie sonst nach Norden zu weisen, nach Süden zeigten, während auf dem dritten der alte Nordpunkt nach Westen gerichtet war.

Am 9. Januar 1748 schlug der Blitz in das englische Schiff Dover und kehrte die Pole der Nadeln von den vier auf dem Schiffe befindlichen Compassen um. Während der Fahrt der Brigg Meduse von La Guayra nach Liverpool vernichtete der Blitz den Magnetismus der vier am Bord befindlichen Compasse. Dasselbe Phänomen beobachtete man 1827 am Bord des Schiffes New-York. „Die Aenderungen, welche der Blitz in dem Magnetismus der Schiffs-

compasse hervorbringt, haben, wie Arago sagt,[125]) oft sehr traurige Folgen gehabt.... Irregeleitet durch die in Folge eines Blitzschlages unrichtig gewordenen Anzeigen ihrer Instrumente, sind die Schiffer auf Klippen geworfen worden, von denen sie sich mit vollen Segeln zu entfernen meinten." Derselbe Gelehrte theilt mit, dass im Jahre 1809 ein genuesisches Schiff an der Küste in einiger Entfernung von Algier in einem Augenblicke scheiterte, wo der Capitain, irregeleitet durch die anomale Stellung, welche ein Blitzschlag dem Compasse gegeben hatte, nach Norden zu steuern glaubte.

Man führt eine grosse Zahl von Fällen an, in denen der Blitz den Magnetismus in Körpern hervorgerufen hat, die vorher nichts davon zeigten. Im Juni 1731 hatte ein Kaufmann in Wakefield eine Kiste mit eisernen und stählernen Geräthschaften, die nach den Colonien geschickt werden sollten, in eine Ecke seines Zimmers gestellt. Der Blitz schlug in das Haus ein, zerschmetterte die Kiste und zerstreute ihren ganzen Inhalt. Man fand, dass die Gabeln, Messer u. s. w. alle stark magnetisch geworden waren.*) Arago macht auch darauf aufmerksam, dass die augenblickliche Magnetisirung von Eisenmassen, welche auf einem Schiffe vorhanden sind, kräftige Anziehungspunkte erzeugen, woraus, ohne dass die Compasse selbst in Unordnung gebracht werden, örtliche Ablenkungen entstehen, die um so nachtheiliger wirken müssen, je weniger auf hohem Meere der Schiffer Mittel besitzt, um das Vorhandensein derselben zu erkennen, geschweige ihre Grösse zu bestimmen. Die Gefahr, dass der Blitz den Gang der Chronometer alteriren kann, verdient jedenfalls hervorgehoben zu werden. Magnetisirt ein Blitzschlag die verschiedenen Stahltheile im Innern eines Chronometers, namentlich die Unruhe, so tritt eine neue Kraft, der Erdmagnetismus, zu den Kräften der Federn, welche bis dahin den Gang dieser bewunderungswürdigen, aber zugleich sehr empfindlichen Maschinen regulirten, hinzu. Diese neue Kraft veranlasst bisweilen ein merkliches Voreilen oder Zurückbleiben der Uhr, woraus nach einer gewissen Anzahl von Tagen bei der Bestimmung der geographischen Länge sehr gefährliche Irrthümer hervorgehen. So waren z. B. die Chronometer des Packetbootes New-York bei der Ankunft in Liverpool um 33 Minuten 58 Secunden gegen die Zeit vorausgeeilt, welche sie gezeigt haben würden, wenn der Blitz das Schiff nicht getroffen hätte.**)

---

*) Als der Blitz einmal in die Werkstatt eines armen Schusters in Schwaben fuhr, wurde sein ganzes Handwerkzeug so magnetisch, dass er sich desselben nicht weiter bedienen konnte; denn er hatte fortwährend nur damit zu thun, seinen Hammer, seine Zangen und seinen Kneif von den Nägeln, Nadeln und Orten frei zu machen, deren sich dieselben auf seinem Werktische bemächtigten.

**) *Ann. du bureau des longitudes, année* 1838, p. 348. Vergl. Arago's Werke, Uebers. Bd. IV. S. 109.

Die mitgetheilten Beispiele, ebenso wie die in neuerer Zeit gemachten Entdeckungen der Physiker bestätigen die Meinung William Gilbert's von der Identität der Elektricität und des Magnetismus. Mit nicht geringerer Gewissheit ist nachgewiesen, dass alle Theile der Erde magnetisch sind. Im Jahre 1802 theilte Coulomb der Academie der Wissenschaften zu Paris eine Reihe von Versuchen mit, durch welche der Beweis geführt werden sollte, dass alle Körper — allerdings in verschiedenem Grade — magnetisch seien. Diese Behauptung fand Widerspruch und die von dem gelehrten Physiker nachgewiesenen Thatsachen wurden einer fremden Ursache zugeschrieben; allein Arago, Becquerel, Faraday und Pouillet haben seitdem bewiesen, dass diese Erscheinungen in der That magnetischen Ursprungs waren. Aus Arago's Untersuchungen geht hervor, dass die Wasser, das Eis, das Glas, die Kohle, das Quecksilber auf die Schwingungen einer Magnetnadel einen Einfluss ausüben. Alle Stoffe, welche Leitungsfähigkeit besitzen, können vorübergehend magnetisch werden; aber Stahl, Nickel, Kobalt allein behalten den Magnetismus dauernd. Im Jahre 1845 entdeckte Faraday, dass alle Substanzen, welche der Magnet nicht anzieht, von demselben abgestossen werden, und dass beide Pole hierbei eine gleiche Abstossung ausüben. Seitdem unterscheidet man paramagnetische und diamagnetische Körper, indem man unter jenen die im gewöhnlichen Sinne magnetischen Körper versteht.[126])

DREIZEHNTES CAPITEL.

Von den Eigenschaften des Magnets.

Seit Anfang dieses Jahrhunderts hat das Studium der Eigenschaften des Magnets einen grossen Aufschwung genommen, und jetzt ist die Erde mit magnetischen Observatorien beinahe förmlich besäet. Dies Resultat verdankt man vorzugsweise der Anregung des grössten Naturforschers unserer Zeit, A. v. Humboldt's, dessen 32 Jahre lang an den entferntesten Orten der Erde in Amerika, Europa, Asien ununterbrochen angestellte Untersuchungen sich über einen Raum von 188 Längengraden erstrecken.[127])

Zur leichteren Auffassung der Erscheinungen nimmt man an, dass das Wesen des Magnetismus in zwei Flüssigkeiten bestehe, von denen die eine nord-, die andere südmagnetische Materie genannt wird, und von denen sich die gleichnamigen in ihren Theilen abstossen, die ungleichnamigen aber anziehen. Finden sich diese

in verschiedenen Verhältnissen über die ganze Erde verbreiteten Flüssigkeiten in den Tiefen der Erdrinde und in den höheren Regionen der Atmosphäre in gleicher Weise? Wohl nicht, denn man weiss nur, dass in der Tiefe der Bergwerksschachte keine Aenderung wahrgenommen wird, da aber die Körper bei ihrer Schmelztemperatur die magnetische Eigenschaft verlieren, so muss man consequenter Weise schliessen, dass der Magnetismus in den Schichten der Erde verschwindet, in denen, da die Hitze bei tieferem Eindringen immer mehr steigt, Glühhitze eintritt; ebenso werden wir sehen, dass der Magnetismus mit der Höhe eine Veränderung erleidet.

Das deutlichste Kennzeichen, ob ein Körper magnetische Kräfte besitzt oder nicht, ist das Anziehen von Eisen. Die Magnete zeigen folgende merkwürdige Erscheinung. Bringt man in ihre Nähe einen an einem Faden hängenden leichten eisernen Körper, so ziehen bestimmte Punkte dies Pendel bedeutend aus seiner Richtung, während die Ablenkung an anderen schwächer und selbst Null ist. In der Regel wirken die Enden des Magnets mit grosser Stärke und die Mitte zeigt gar keine anziehende Kraft. Diese beiden Endpunkte heissen Magnetpole.

Gehärteter Stahl wird sowohl bei längere Zeit fortgesetzter Berührung als bei wiederholtem Streichen mit einem natürlichen Magnete magnetisch; er besitzt dann dieselben Eigenschaften und besitzt sie für immer.

Eine in ihrem Schwerpunkte an einem umgedrehten Faden aufgehängte oder auf einer Spitze so aufgestellte Magnetnadel, dass sie sich frei bewegen kann, richtet sich nach einigen schnellen Schwingungen mit ihren Enden gegen die Erdpole. Der nordwärts liegende Pol heisst Nordpol, der südwärts liegende Südpol.[128]) Mit diesem einfachen Instrumente hat man die Mehrzahl der magnetischen Erscheinungen auf den verschiedensten Stellen der Erdoberfläche, selbst in den Polargegenden beider Hemisphären, ermittelt. Es kommen hierbei drei wesentliche Classen von Erscheinungen in Betracht: die Abweichung (Declination), die Neigung (Inclination) und die Stärke (Intensität). Isogonische Linien verbinden Orte gleicher Declination; isoklinische Linien Orte gleicher Inclination; isodynamische Linien Orte gleicher Intensität.

Magnetische Declination.

Eine Ebene, welche durch den Mittelpunkt der Erde und durch die Axe (gerade Linie zwischen den beiden Polen) einer horizontal schwebenden Magnetnadel gehend gedacht wird, heisst der magnetische Meridian. Er bildet mit dem astronomischen Meridian einen grösseren oder kleineren Winkel, nach dessen Grösse die

Grösse der Declination bestimmt wird. Diese Declination zeigt schon in kleinen Abständen merkliche Verschiedenheiten; denn sie ist z. B. zwischen London und Paris um 2 Grad verschieden. Ist diese Verschiedenheit der Gestalt der Continente, eisenhaltigen Massen, der Beschaffenheit des Terrains zuzuschreiben? Die Declination heisst östlich oder westlich, je nachdem der Nordpol der Nadel östlich oder westlich von dem astronomischen Meridiane liegt.

Die Declination ist in fortwährender Veränderung begriffen, und es beträgt z. B. für Paris diese Veränderung in drei Jahrhunderten über 30 Grad: 1580 war die Declination = 11°30′ östlich, 1663 = 0°, 1678 war sie schon westlich und wuchs bis 1785 auf 22 Grad. In den folgenden Jahren veränderte sich dieselbe nur um einige Minuten, und seit einigen Jahren sind ihre Schwankungen der Art, dass man annehmen muss, sie strebe wieder östlich zurückzugehen. Am Sonntag den 16. November 1851 um 1 Uhr 2 Minuten nach Mittag betrug die Declination der Magnetnadel nach einer mit einer Gambey'schen Boussole in dem am Südende der Terrasse des Observatoriums gelegenen Pavillon ausgeführten Messung 20°25′0″. Folgende Tabelle enthält die in Paris bis zum Jahre 1853 beobachteten Declinationen:

Zu Paris beobachtete Declinationen.

Jahr.	Declination.	Jahr.	Declination.
1580	11°30′ östl.	1818	22°22′ westl.
1618	8	1823 u. 1824	22 23
1663	0	1824	22 22
1678	1 30 westl.	1827	22 20
1700	8 10	1828	22 5
1767	19 16	1829	22 12
1780	19 55	1830	22 9
1785	22 0	1832	22 3
1800	22 12	1835	22 4
1805	22 15	1837	21 48 46″
1810	22 27	1838	21 46 1
1813	22 28	1848	20 41 53
1814	22 34	1849	20 34 18
1815	22 30	1850	20 30 40
1816	22 25	1851	20 25
1817	22 19	1852	20 19
		1853	20 17

Seit 1580 hat sich also die Declination um mehr als 30 Grad geändert; der Gang war allmälig westlich bis 1814; seitdem zeigt derselbe eine kleine rückgängige Bewegung nach Osten hin.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Boussole an allen Stellen des Erdballes dieselben Veränderungen erleidet. Der Admiral Wrangel fand 1821 bei einer Vergleichung seiner Beobachtungen mit denen von Billings, dass in Zeit von 35 Jahren die Declination an den Küsten des Eismeeres zwischen den beiden Vorgebirgen Baranoff um 5 Grad abgenommen hatte. Es leuchtet ein, wie wichtig die Kenntniss dieser Erscheinung für die Schifffahrt ist. Schon Christoph Columbus hatte die Bemerkung gemacht, dass die magnetische Declination zur Bestimmung der Länge des Ortes dienen könne, an welchem das Schiff sich gerade befindet, und auf seiner zweiten Reise machte er auch hiervon Gebrauch.[129a])

Ausser den jährlichen Veränderungen (Variationen) beobachtet man auch tägliche Declinationsänderungen. So geht in unserer Hemisphäre das nordwärts gerichtete Ende der Magnetnadel von $8^1/_4$ Uhr Morgens bis $1^1/_4$ Uhr nach Mittag von Osten nach Westen, und von $1^1/_4$ Uhr bis zum nächsten Morgen von Westen nach Osten, wobei die Nadel jedoch während der Nacht fast stationär bleibt. Das Maximum dieser Bewegung ist zu Paris im Monat Juni und steigt auf 14′ 25″; das Minimum tritt im December ein und beträgt 9′ 15″. Ziemlich allgemein schreibt man diese Veränderungen der Temperatur, oder vielmehr dem Einflusse der Sone zu.[129b]) Cassini hat die wichtige Beobachtung gemacht, dass in den unterirdischen Räumen des Observatoriums zu Paris, 95 Fuss unter der Erdoberfläche und folglich ausserhalb des Einflusses des Lichtes und der Wärme der Sonne, der Bogen der täglichen Variationen genau derselbe ist, wie an der Oberfläche.

In nördlichen Gegenden sind die täglichen Veränderungen weit grösser und weniger regelmässig, und namentlich bleibt auch während der Nacht die Nadel nicht unbeweglich. Der Bogen der Variationen nimmt ab, je mehr man von höheren Breiten zu niederen fortschreitet; es giebt sogar eine Linie, auf welcher, mit Ausnahme sehr kleiner Schwankungen, die Declination fast Null ist. Diese Linie, sagt von Humboldt, könnte man Linie ohne stündliche Declinationsveränderung nennen.

Magnetische Inclination.

Die Inclination ist der Winkel, welchen eine vor dem Magnetisirtwerden in ihrem Schwerpunkte unterstützte Magnetnadel in der verticalen Ebene ihres Meridians mit dem Horizonte macht; sie nimmt von dem Aequator nach den Polen hin allmälig zu; die stündlichen

Veränderungen (Variationen), wenn sie überhaupt vorhanden sind, haben noch nicht wahrgenommen werden können. Seit etwa zwei Jahrhunderten hat, wie folgende Tabelle zeigt, zu Paris fast von Jahr zu Jahr ohne merkliche Schwankung, der Inclinationswinkel sich verringert.

Zu Paris beobachtete Inclinationen.

Jahr.	Inclination.	Jahr.	Inclination.
1671	75° 0′	1821	68° 14′
1754	72 15	1822	68 11
1776	72 25	1823	68 8
1780	71 48	1824	68 7
1791	70 52	1825, 1826	68 0
1798	69 51	1829	67 41
1806	69 12	1831	67 40
1810	68 50	1835	67 24
1814	68 36	1838	67 14
1816	68 40	1841	67 9
1818	68 35	1849	66 45
1819	68 25	1850	66 37
1820	68 20	1851	66 35
		1853	66 28

Seit 1671 hat sich also zu Paris die Inclination fast um gleich viel von Jahr zu Jahr verringert. Seit 1835 beträgt für jedes der letzten 15 Jahre diese Abnahme ungefähr 3′. Am Donnerstage dem 20. November 1851 um 2 Uhr 30 Min. nach Mittag beobachtete man in dem Pavillon des Observatoriums die Inclination der Nadel mit einer Boussole und zwei Nadeln von Gambey und fand im Mittel aus mehreren Bestimmungen 66° 35′. Kaum war durch Robert Norman 1576 die Inclinationsboussole erfunden,[130]) so rühmte sich Gilbert, mittelst dieses Instrumentes mitten in der dunkelsten Nacht den Ort des Schiffes zu bestimmen. A. v. Humboldt zeigte, indem er sich auf seine eigenen Beobachtungen stützte, dass man an den Küsten von Peru zur Jahreszeit der beständigen Nebel mit einer für die Bedürfnisse der Schifffahrt hinreichenden Genauigkeit die Breite bestimmen könne.*)

*) Kosmos II. S. 321.

Die Inclination nimmt, wie wir gesehen haben, ab, je mehr man aus höheren Breiten in niedere kommt. Die Linie, auf welcher die Inclination Null ist, hat den Namen des magnetischen Aequators erhalten. Dieser fällt nicht mit dem Erdäquator zusammen und bildet, ohne übrigens aus der Aequatorialzone herauszutreten, eine unregelmässige Linie um den Erdball, welche säculären Aenderungen unterliegt. Von 1822 bis 1825 hat Duperrey den magnetischen Aequator zu sechs verschiedenen Malen durchschnitten und die beiden Punkte bestimmt, an welchen derselbe den Erdäquator schneidet. Diese beiden Punkte hat man die magnetischen Knoten genannt. Im Jahre 1825 lag der eine dieser Punkte beinahe auf der Insel St. Thomas in dem Busen von Guinea $188^1/_2$ Längengrad von dem zweiten Knoten, der in der Nähe der Gilbertinseln in der Südsee liegt. Aber die Beobachtungen des Capitain Sabine aus den Jahren 1825 bis 1837 zeigen, dass der magnetische Knoten der Insel St. Thomas um 4 Grad verschoben und zwar von Osten gegen Westen fortgerückt ist. Es ist so gut, wie ausgemacht, dass der zweite Knoten um ebenso viele Grade gegen Westen fortgerückt ist.

Magnetische Pole.

Gewisse Punkte der Erdkugel, an denen die Neigungsnadel, anstatt horizontal zu sein, sich 90 Grad gegen den Horizont neigt, hat man magnetische Pole genannt. Seit lange weiss man, dass diese Punkte mit den Erdpolen nicht zusammenfallen. Duperrey hatte den Polargegenden zwei durch Linien sehr starker Intensität begrenzte Räume bezeichnet, in denen diese Pole liegen müssten; diese Punkte würden der gemeinsame Durchschnittspunkt aller magnetischen Meridiane sein, und der eine läge im Norden von Amerika unter $70^0 5'$ nördlicher Breite und $99^0 7'$ westlicher Länge, der andere im Süden von Neuholland unter $75^0 20'$ südlicher Breite und $130^0 10'$ östlicher Länge.

Auf einer zu Rom im Jahre 1508 herausgegebenen Karte von Amerika ist der nördlich gelegene Pol durch eine vulkanische Insel im Norden von Grönland bezeichnet, wohl weil man glaubte, dass, wenn man so glücklich sein sollte, zu einem magnetischen Pole wirklich vorzudringen, man irgend etwas Ausserordentliches zu erwarten habe. Im Jahre 1832 entdeckte der berühmte Capitain James Clark Ross[131]) den nördlich liegenden Magnetpol auf Boothia-Felix unter $70^0 5' 7''$ n. Br. und $96^0 46' 45''$ westl. L. von Greenwich (70 Meilen vom Erdpole entfernt). „Man könnte glauben, sagt dieser berühmte Seefahrer, dass der magnetische Pol wie der fabelhafte Berg Sinbad aussehe, also wenigstens ein Feuer- oder

Magnetberg sei so hoch wie der Montblanc; doch davon ist nichts zu sehen. Die Natur hat an dieser Stelle, welche sie zum Centrum einer ihrer geheimnissvollsten Kräfte ausersehen hat, kein Monument errichtet, und uns that es leid, dass uns die Mittel fehlten, das, was die Natur vergessen hat, wieder gut zu machen; wir waren aber ausser Stande in dieser niedrigen und wüsten Gegend eine Steinpyramide zu errichten, die fest genug wäre, der zerstörenden Kraft der Zeit und den Verwüstungen durch die Eskimos zu widerstehen."

Der südlich gelegene magnetische Pol hat nicht so genau bestimmt werden können. Der unglückliche Dumont d'Urville setzte ihn näherungsweise unter 71° südl. Br. und 130° Länge. Die Ehre, ihn zu entdecken, war dem Capitain Ross vorbehalten, dessen an merkwürdigen Ereignissen so reiche Fahrt in dem antarktischen Oceane von 1840 — 41 man nicht ohne Bewunderung lesen kann. Nachdem er mit dem Erebus und Terror die Aucklandinseln und die Insel Campbell besucht hatte, überschritt er am 1. Januar 1841 den antarktischen Polarkreis und nahm seine Richtung nach Südwest dem Magnetpole zu. Endlich entdeckte er im Süden Land unter 71° 56′ Br. und 171° 70′ östl. L., er stieg an's Land und nahm von der Insel, welcher er nach der Königin von England den Namen Victoria gab, Besitz Weiter gegen Süden vorrückend, sah er einen Vulkan in voller Thätigkeit, welchen er Erebus nannte; später fand er seitwärts davon einen erloschenen Krater, dem er den Namen Terror gab. Er folgte diesem Lande bis zu 78° 4′ südl. Br., die grösste Breite, welche von europäischen Seeleuten im Süden erreicht worden ist. Indem er hierauf aus Furcht, von den Eismassen, die sich fortwährend vermehrten (die Kälte betrug — 20 Grad), eingeschlossen zu werden, den Kanal verliess, nahm er seine Richtung gegen Osten und kam so ein zweites Mal dem Pole bis auf 160 Meilen nahe. Das südliche Land schien ihm eine Insel von vulkanischer Formation zu sein, welche sich in Bergspitzen von 9000 bis 12,000 Fuss Höhe über das Meer erhob, die mit ewigem Eise und Gletschern, die bis zum Meere herabhingen, wo sie senkrecht herabhängende Wände bildeten, bedeckt waren. Capitain Ross fand den südlich gelegenen Pol auf Victorialand in 75° Br., westlich von dem Vulkan Erebus.

Bei der Besprechung der so interessanten Phänomene des Erdmagnetismus haben wir Gelegenheit genommen, die ausserordentliche Beweglichkeit derselben hervorzuheben. Die Declinationsnadel hat sich in weniger als zwei Jahrhunderten um 30 Grad verändert; zu Paris hat die Inclination selbst um mehrere Grade abgenommen, während sie ohne Zweifel an anderen Stellen der Erde verhältnissmässig gewachsen sein wird. Ebenso hat, wie wir gesehen haben, der von Duperrey bei der Insel St. Thomas gefundene magnetische

Knoten sich in sehr wenigen Jahren um 4 Grad verschoben. Hiernach kann man mit ziemlicher Gewissheit behaupten, dass auch die magnetischen Pole an dieser Beweglichkeit, an diesen fast unaufhörlichen Aenderungen Theil nehmen; aber die weite Entfernung derselben und ihre Lage in Ländern, zu denen man nicht ohne Gefahr gelangen kann, gestatten kaum über diese Vermuthung Gewissheit sich zu verschaffen.

Magnetische Intensität.

Die Beobachtungen über die Intensität der magnetischen Kraft reichen in Wirklichkeit nicht über die Reisen von d'Entrecasteaux und von v. Humboldt zurück; doch scheint, nach Pouillet, Graham der erste gewesen zu sein, welcher sich gegen Ende des Jahres 1722 mit dieser Frage beschäftigt hat; Musschenbroek bemühte sich 1729 dieselbe zu lösen; Lemonnier begnügte sich 1776 damit, ihre Wichtigkeit zu zeigen; de Saussure wollte die magnetische Kraft der Erde zu Genf und auf dem Gipfel des Montblanc vergleichen; Borda endlich nahm die Frage in ihrer ganzen Allgemeinheit auf und zeigte die Mittel, dieselbe mit grosser Annäherung zu lösen. Durch die von la Pérouse auf seiner Expedition gemachten Beobachtungen, von welchen, wie man zuverlässig weiss, Condorcet, Secretair der Academie der Wissenschaften zu Paris, im Juli 1787 den Bericht in Händen gehabt hat, wird erwiesen, dass die Anziehungskraft des Magnets unter den Tropen geringer ist, als nach den Polen zu, und dass die aus der Anzahl der Schwingungen einer Neigungsnadel abgeleitete magnetische Intensität sich mit der Breite ändert und wächst. Nach von Humboldt's Bemerkung hat Lamanon dies Gesetz der Intensität des Magnets zuerst erkannt; allein es wurde nicht beachtet und gerieth in Vergessenheit, so dass die wirklich wissenschaftliche Existenz dieses Gesetzes erst von dem Augenblicke an datirt, wo von Humboldt seine Beobachtungen veröffentlichte. Dieser Forscher hat die Entdeckung des Gesetzes von der Abnahme der magnetischen Kräfte vom Pole nach dem Aequator zu stets als das wichtigste Resultat seiner amerikanischen Reise betrachtet. Er machte dasselbe zum Gegenstande einer Abhandlung, welche am 26. Frimaire des Jahres XIII im Institute gelesen wurde. Erst nach dieser Zeit theilte von Rossel sechs von 92 bis 94 gemachte Beobachtungen Biot mit, welche das Gesetz von der Abnahme der magnetischen Intensität im indischen Archipel bestätigen; aber es ist anzunehmen, dass von Rossel die Regelmässigkeit, mit welcher die Intensität von dem Pole nach dem Aequator hin abnimmt, vor der Lectüre der v. Humboldt'schen Schrift nicht erkannt hatte.

Biot's und Gay-Lussac's Luftfahrten waren zum grossen

Theil bestimmt zu untersuchen, ob die magnetische Kraft, welche die Magnetnadel an der Oberfläche der Erde gegen Norden richtet, in jeder Höhe, zu welcher man aufsteigt, dieselbe Intensität habe. Ihre Beobachtungen kommen, wie die von de Saussure und v. Humboldt in Gebirgsländern angestellten, darauf hinaus, dass sich in den grössten Höhen, welche dem Menschen zu erreichen möglich ist, keine merkliche Abnahme in der magnetischen Kraft nachweisen lässt. Indessen scheinen andere von Kupffer im Jahre 1829 auf dem Gifel des Elbrus im Caucasus angestellte Beobachtungen ein entgegengesetztes Resultat zu ergeben, und nach Arago könnte dieser letztere Schluss sogar aus den von Biot und Gay-Lussac bei ihrer Luftfahrt angestellten Beobachtungen gezogen werden. Es ist nämlich zwar wahr, dass sie in einer Höhe von 22,300 Fuss an der Magnetnadel dieselbe Intensität gefunden haben, wie an der Oberfläche der Erde; aber eigentlich hätten sie bei dieser Erhebung grösser sein müssen, weil die Nadel um so schneller schwingt, je niedriger die Temperatur ist. Uebrigens ist nach Klaproth die Abnahme der Richtkraft der Magnetnadel unter dem Einflusse der Wärme schon lange vor Gilbert und Hooke in dem chinesischen Werke Ou-thsa-tsou ausgesprochen.

Den unermüdlichen Untersuchungen Sabine's, die er in den entlegensten Gegenden von Grönland bis an die Küsten von Guinea angestellt hat, verdankt man besonders die Kenntniss der geographischen Vertheilung der magnetischen Intensität. Die isodynamischen Linien sind, wie schon von Humboldt bemerkt hat, mit den isoklinischen nicht parallel; die magnetische Kraft hat ihr Minimum der Intensität keineswegs, wie man früher glaubte, unter dem Aequator, sie ist sogar auf keiner Stelle dieser Linie gleichförmig. Dies Minimum der Intensität, welches von Erman gleich 0,706 gefunden ist, liegt unter 19° 59′ s. Br. und 37° 24′ westl. Länge; das Maximum der Intensität steigt bis auf 2,071, so dass das Verhältniss genau 1 zu 2,933 und näherungsweise 1 zu 3 ist. Auf den Melville-Inseln, in der Nähe des Poles, hat Sabine gefunden, dass die magnetische Intensität nur 1,624 beträgt, während sie zu Neu-York 1,803 ist. Uebrigens ist sie, wie aus folgenden Beispielen herorgeht, in sehr nahe gelegenen Orten merklich verschieden: zu London beträgt sie 1,371; zu Paris 1,348; zu Lyon 1,318; zu Turin 1,303; zu Marseille 1,284. Die Ursachen dieser Verschiedenheiten sind gänzlich unbekannt; man weiss noch nicht einmal, ob die Totalintensität constant bleibt, oder ob sie analogen Veränderungen unterliegt, wie man bei der Declination und Inclination gefunden hat.

VIERZEHNTES CAPITEL.

Von den Nordlichtern.

Mit der Geschichte des Erdmagnetismus hat man das Erscheinen der Nordlichter, welche durch ihre Schönheit und Pracht die Einförmigkeit und die langen Nächte der Polargegenden beleben, in Verbindung gebracht. Halley sprach nach seiner Rückkehr von den Reisen, welche er von 1698 bis 1702 auf einem von der englischen Regierung zu seiner Verfügung gestellten Schiffe gemacht hatte, den Gedanken aus, dass das Nordlicht ein magnetisches Phänomen sei. Der Name deutet nur auf eine gewisse Analogie mit dem milden und glänzenden Lichte, welches in unseren Gegenden dem Sonnenaufgange vorangeht. Im Horizonte*) erscheint ein kreisförmiger Abschnitt (Segment), welcher einen scheinbaren Winkel von 20 bis 80 Grad Ausdehnung hat und dessen Helligkeit milder als die des Vollmondes ist. Im Osten des Segmentes erheben sich später Lichtsäulen und Strahlenbündel von glühender Farbe, welche sich nach der Richtung des Windes krümmen. Diese Säulen verschwinden und erscheinen wieder in Zeiträumen von 2 oder 3 Minuten, einige steigen nicht über das Segment hinaus, andere erreichen eine grosse Höhe. Sie bewegen sich mit einer unglaublichen Geschwindigkeit und zeigen alle Farben der Morgenröthe von Gelb und Violett bis zu Grün und Purpurroth. Hat dies bewegliche Bild, dessen seltsame und magischen Effecte keine Beschreibung wiedergeben kann, längere oder kürzere Zeit, bisweilen selbst mehrere Stunden gedauert, so erneuern sich die Lichtstrahlen weniger oft, werden dann matter und löschen ganz aus. Der Bogen selbst wird dunkler oder zerfällt in leuchtende Linien, welche in Zwischenräumen die Dunkelheit der Nacht durchbrechen. Einmal sah Admiral Wrangel die Lichtsäulen zu einer grossen Höhe emporsteigen und einen Kreis um den Mond, welcher seinerseits, selbst als das Nordlicht in seinem vollen Glanze prangte, eine lebhafte Helligkeit zeigte, bilden. In der Richtung des Leuchtens glaubte er ein, dem Säuseln des Windes ähnliches Geräusch zu vernehmen. Die Mehrzahl der Naturforscher stimmt jedoch darin überein, dass mit dem Erscheinen dieser Phänomene kein Geräusch verbunden ist.

Die wahre Höhe der Nordlichter hat man bis jetzt noch nicht zu bestimmen vermocht; man glaubt einerseits, dass sie sich an der Grenze der Atmosphäre bilden, andererseits, dass sie in der Wolken-

*) *de Wrangel* t. II. p. 371. Vergl. Kämtz, Meteorol. III. S. 448.

region selbst sich befinden.[132]) v. Wrangel hat beobachtet, dass der Wind den Gang der Lichtsäulen, deren Richtung beständig auf die magnetischen Pole zugeht, beschleunigte. Man erkennt sie bisweilen am hellen Tage, und selbst dann, wenn sie nicht sichtbar sind, wird ihr Vorhandensein durch die unruhige Bewegung der Magnetnadel angezeigt.

Lottin, Bravais und Siljerström sahen während ihres Aufenthaltes zu Bossekop auf der Küste von Lappland 160 Nordlichter in 120 Nächten. Die Südlichter sind ebenso häufig. Das Südlicht, welches Capitain Cook auf seiner zweiten Reise in die Südsee beobachtete und beschrieb, war äussert prachtvoll: von einem Punkte im Horizonte aus, sagt dieser grosse Seefahrer, verbreitete es sich fast über das ganze Firmament; bald verhüllte es die Sterne, bald schimmerten diese durch den purpurfarbenen Dunst desselben. Von den Nordlichtern unterschied es sich darin, dass es stets von bläulicher Farbe war.

An diese Schilderungen wollen wir die Einzelheiten anknüpfen, welche das Nordlicht des 17. Novembers 1848 zeigte, und die von Arago in der Sitzung vom 4. December der Academie der Wissenschaften zu Paris nach den Beobachtungen, welche zu Grenoble, Montpellier, Bordeaux, Havre, Madrid, Pisa, Florenz und Venedig gesammelt waren, mitgetheilt wurden. Zu Montpellier bot der Himmel um 9 Uhr Abends am Freitage in dem Augenblicke, in welchem das Phänomen seine grösste Schönheit erreichte, folgenden Anblick dar: Im Norden des Horizontes nahm ein leuchtender Streifen ungefähr einen Raum von 50 Grad ein, wobei er ein wenig nach Westen hin abwich und der ersten Morgendämmerung glich. Oberhalb desselben stachen einige Wolken durch ihre Schwärze stark gegen den klaren Himmel ab; über diesen Wolken erhob sich ein rothes, auf Augenblicke sehr lebhaftes Licht bis auf ungefähr 50° bei einer Ausdehnung von 90°. Der Glanz dieses leuchtenden Streifens wuchs bis 9 Uhr 30 Minuten, wo er den grossen Bären verdunkelte und zwischen dem Polarsterne, der Leier und dem Fuhrmanne kein Stern sichtbar war. Die rothe Wolke, durch welche mitten hindurch der Stern Vega mit glänzender Weisse leuchtete, schien ihren Ort zu verändern und in ihrer Intensität Schwankungen unterworfen zu sein. Merkwürdiger jedoch waren bei diesem Phänomene die leuchtenden Strahlen, welche sich in gewissen Augenblicken in fast verticaler Richtung erhoben, einige Minuten später verschwanden, um an anderen Stellen wieder aufzutauchen, und die während ihres Erscheinens in einer gewissen Unbeweglichkeit waren. Diese dem magnetischen Meridian ziemlich parallelen Strahlen gingen bis zum Zenith. Einige besassen eine lebhaft rothe Farbe und bildeten gegen die

weisse Farbe der anderen einen scharfen Gegensatz. Um 10 Uhr folgten die Lichtstrahlen sich immer in kurzen Zwischenzeiten; anstatt jedoch parallel aufzusteigen schienen sie von einem unter dem Horizonte gelegenen Punkte zu divergiren. Das weisse Licht hatte an Stärke abgenommen; die rothen Strahlen hatten sich gegen Westen ausgedehnt und verbreiteten sich über einen Raum von 150°, nämlich 50 Grad östlich und 100 Grad westlich. Der helle Stern im Adler glänzte durch das rothe Licht, welches im Osten fast bis zum Fuhrmanne reichte.

Während dieser Zeit wurde die Magnetnadel sorgfältig beobachtet und man erhielt eine örtliche Ablenkung von mehr als 1 Grad. Die Nadel zeigte keine plötzlichen Stösse, sondern langsame und unregelmässige Veränderungen. Das Nordlicht dauerte bis zur Morgendämmerung, welche seine letzten Spuren auslöschte.

Die zu Pisa beobachteten Thatsachen sind sehr wichtig, wie sich aus den Details ergiebt, welche von Matteucci brieflich dem ständigen Secretair der Academie der Wissenschaften zu Paris mitgetheilt wurden. Seit einigen Tagen war die Temperatur zu Pisa etwas kälter, als es sonst in dieser Jahreszeit gewöhnlich ist. Matteucci, welcher sich eben nach dem Bureau des elektrischen Telegraphen begab, sah drei sehr glänzende Sternschnuppen den Himmel in verschiedenen Richtungen durchlaufen. Gegen 9 Uhr 30 Minuten wurden die Maschinen des Telegraphen, welche während des ganzen Tags ihre Schuldigkeit unausgesetzt gethan hatten, plötzlich in ihrem Gange unterbrochen. Man versuchte sie in Gang zu bringen, indem man bald die Kraft des Stromes vergrösserte, bald auf andere Weise an ihnen handirte; alles vergebens. Von Zeit zu Zeit ging die Nadel ruckweise und blieb dann plötzlich stehen, indem der Anker an dem Elektromagneten hängen blieb. Um 9 Uhr 55 Minuten trat Matteucci aus dem Bureau heraus, um den Himmel zu beobachten, und erstaunte über ein röthliches, im Norden über den Wolken befindliches Licht; er erfuhr, dass das Phänomen seit etwa einer Viertelstunde angefangen hatte. Das Licht wuchs an Helligkeit und Ausdehnung immer fort bis $10^1/_2$ Uhr, wo es von einer sehr stark blutrothen Farbe war. Anstatt der Anordnung in einem Bogen sah man grosse Wolken von mehr oder weniger lebhaft rother Farbe, bald getrennt, bald vereint, die sich manchmal bis zum Zenith erhoben. Zwei Mal stieg ein langer leuchtender Strahl durch die rothen Wolken in der Richtung des magnetischen Meridians empor. Allmälig verlor das rothe Licht an Stärke, indem es sich mehr östlich ausbreitete, und um 10 Uhr 50 Minuten war es vollständig verschwunden.

Während des Phänomens war der Barometerstand 766 ^{mm}, 35;

das Thermometer zeigte 4°,8 C., das Saussur'sche Hygrometer gab 89 Grad. Nach Mitternacht fingen die elektromagnetischen Maschinen an wieder wie gewöhnlich zu gehen, ohne dass in den Säulen oder in den Maschinen selbst die geringste Veränderung vorgenommen worden war.

In England bemerkte man dieselben elektrischen Störungen. Nach Highton war der Telegraph, welcher durch den Watford-Tunnel geht, in der Nacht des 17. November drei Stunden lang unbrauchbar. „Es ist unter diesen Umständen, wie derselbe hinzufügt, nicht selten, dass die Nadeln gegen die Hemmungsstifte so heftig geworfen werden, wie dies sonst nur durch die in Thätigkeit gesetzten galvanischen Batterien geschieht."

Das weissliche Gewölk, welches man oft nach Nordlichtern kommen sieht, hat v. Humboldt und Thienemann auf den Gedanken gebracht, dass der Erdmagnetismus auf die Atmosphäre einwirkt, indem er die Dünste, welche sich in derselben aufgelöst befinden, verdichtet; denn an dem auf ein Nordlicht folgenden Tage kann man von Morgens an in der Richtung der magnetischen Meridiane Wolkenzüge sehen, die vielleicht nichts Anderes als leuchtende Strahlen waren. „Die prachtvolle Erscheinung des farbigen Polarlichts, sagt v. Humboldt,*) ist der Act der Entladung, das Ende eines magnetischen Ungewitters, wie in dem elektrischen Ungewitter ebenfalls eine Lichtentwickelung der Blitz, die Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichts in der Vertheilung der Elektricität bezeichnet." Wenn Halley, wie wir oben bereits gesagt haben, es nur als eine gewagte Vermuthung aussprach, dass das Nordlicht nichts weiter als eine magnetische Erscheinung sei, so hat Faraday's glänzende Entdeckung (Lichtentwickelung durch magnetische Kräfte), jene Vermuthung zu einer empirischen Gewissheit erhoben. Morlet schreibt in einer bei der Academie der Wissenschaften zu Paris eingereichten Abhandlung die leuchtende Materie des Polarlichts dem in der Atmosphäre enthaltenen elektrischen Fluidum zu. Er nimmt an, dass in grossen Höhen die verdünnte Luft leuchtend wird, wie dies unter dem Recipienten der Luftpumpe und in dem torricellischen Vacuum beim Barometer der Fall ist. Die elektrischen und magnetischen Ungewitter unterscheiden sich hauptsächlich dadurch, dass jene auf Stellen der Atmosphäre von geringer Ausdehnung begrenzt sind, während diese den ganzen Erdball zu umfassen scheinen. So sieht man auch an dem Tage vor einem Polarlichte die Intensität, Declination und Inclination der

*) Kosmos I. S. 198.

Magnetnadel auf der ganzen Erde in grosser Unruhe, und zwar geht dies so weit, dass man nach Arago's treffender Bemerkung, durch die blosse Berichtigung einer Boussole zu Paris wissen kann, was unter den Polen vorgeht.[133])

FUNFZEHNTES CAPITEL.

Einfluss des Magnetismus auf den Menschen.

Die Philosophie der Natur oder die Lehre vom Kosmos ist ebenso unbegrenzt, wie die Natur unendlich ist. Die Natur ist für die denkende Betrachtung Einheit in der Vielheit, Verbindung des Mannigfaltigen in Form und Mischung, Inbegriff der Naturdinge und Naturkräfte, als ein lebendiges Ganze. Der Mensch selbst ist ein Theil der Natur, und das Studium des Menschen in physischer und moralischer Hinsicht ist von der Philosophie der Natur nicht ausgeschlossen, ja es bietet dieser Theil gerade das grösste Interesse; denn was ist vollkommener als seine Organisation, was bewunderungswürdiger als sein Geist, was Erstaunen erregender als seine Bestimmung! Aristoteles konnte daher mit Recht sagen, der Mensch sei ein Mikrokosmos oder eine kleine Welt, und Protagoras, er sei das gemeinsame Maass für alle Dinge und gewissermassen der Punkt, um den alle Schwingungen des Universums ihren Lauf nehmen. Gewisse Fragen dieser Wissenschaft sind jedoch noch in tiefes Dunkel gehüllt, und der forschende Geist wagt kaum sich ihnen zu nahen, da noch kein Licht, welches auf dem unsicheren Pfade als Führer dienen könnte, entdeckt ist. Diese Gedanken drängten sich uns auf bei dem Studium der Eigenschaften des Magnets und bei der Anwendung, welche man von den Gesetzen desselben auf die der organisirten Welt und des Lebens hat machen wollen.

In einem der vorhergehenden Capitel haben wir von den Krankheiten, welche die Mitwirkung der Elektricität in Anspruch nehmen, gesprochen. Jetzt wendet man fast ausschliesslich die elektromagnetischen Apparate an, deren Wirkung in der That dem Organismus sehr zuträglich zu sein scheint. Die unmittelbare Anwendung des Magnets, ohne dass Elektricität dabei in's Spiel kommt, wird immer seltener, ja sie ist ziemlich aufgegeben. Die eigentliche Wirkung des magnetischen Princips auf unsere Funktionen, wie auf die in unserem Körper enthaltenen Flüssigkeiten, ebenso auf unsere Krankheiten ist unbekannt und problematisch, obgleich sie von

einer ziemlich grossen Zahl sonst geachteter Naturforscher oft angepriesen ist.

Aus Plinius[134]) ersieht man, dass im Alterthume alle Varietäten des Magnetsteines, jede unter bestimmten Verhältnissen, als Mittel bei Augenkrankheiten gebraucht wurden und besonders bei Heilung des Fliessens der Augen (*epiphora*) in Ansehen standen. Ein gelehrter Arzt des 5. Jahrhunderts, Aëtius aus Amida, priess den Magnet bei der Gicht, bei der Hysterie, bei dem Kopfschmerze und im Allgemeinen bei allen krampfartigen (spasmodischen) Uebeln. Avicenna folgte diesem Beispiele. Zu seiner Zeit galt das Eisen als ein Gift und um die schädliche Wirkung desselben zu neutralisiren, empfahl er in einer geeigneten Flüssigkeit ein Quentchen pulverisirten Magnetstein zu nehmen. Paracelsus, dem die Therapie den Gebrauch der Mercurialien bei Krankheiten verdankt, konnte es nicht unterlassen, ein Mittel, welches, abgesehen von seinen bekannten Eigenschaften, ihm in sein astrologisches System zu passen schien, zu verschreiben; er empfahl den Magnet in allen Arten des Flusses und besonders bei Blutflüssen.

Professor Kircher hatte vorgeschlagen, die Brüche mittelst eines Pflasters aus pulverisirtem Magnet und Fruchtmarke des grossen Rittersporns zu behandeln, während er innerlich Eisenfeilstaub nehmen liess. Andere verordneten Eisenfeilstaub äusserlich auf den Bauch und Magnetstein innerlich. Nach Ambrosius Paré sollen mehrere Kranke nach dieser Methode geheilt sein, jedoch spricht dieser grosse Chirurg nicht als Augenzeuge, sondern nur nach Hörensagen. In den beiden folgenden von Andry und Thouret erzählten Fällen findet man eine nach demselben Principe angeordnete Behandlung. Ein Bauer aus der Nähe Prags hatte das Unglück, ein Messer in seinen Magen fallen zu lassen, welches er spielerischerweise in den Schlund gesteckt hatte. Nach 17tägigem Warten wurde die Gastrotomie für unumgänglich nöthig erklärt, und man nahm nun zu magnetischen Pflastern auf der Magengegend seine Zuflucht, um das Messer nach der Hautseite hinzuziehen, und so die Stelle, an welcher die Operation vorgenommen werden sollte, genauer zu bestimmen. Die Operation wurde leicht und mit vollständigem Erfolge ausgeführt. Ein ganz gleicher Fall, dessen Einzelheiten Becher aufbewahrt hat, und bei welchem man ebenfalls zu magnetischen Pflastern seine Zuflucht genommen hatte, kam im Mai 1635 in Preussen vor. Wir glauben bemerken zu müssen, dass, wenn man ja der Ansicht sein sollte, ein derartiges Mittel bei solchen Operationen anwenden zu müssen, magnetische Platten oder Stäbe weit zweckmässiger sein würden, da das Eisen, wenn es pulverisirt wird, einen grossen Theil seiner magnetischen Eigenschaften verliert.

Morgagni*) befolgte ein sehr sinnreiches und sehr rationelles Verfahren um zunächst den Thatbestand festzustellen und dann einen Eisensplitter, welcher in der Hornhaut des Auges sass heraus zu ziehen, indem er nämlich einen Magnet von einer gewissen Stärke dem kranken Theile näherte. Er bemerkte alsbald, dass der schwärzliche Inhalt sich über den Fleck emporrichtete; aber da jedesmal, sowie der Magnet genähert wurde, der Kranke unter gesteigerten Schmerzen fühlte, dass das Auge nach diesem Körper hingezogen wurde, so hielt es Morgagni für rathsam, mit einem neuen Versuche vorläufig zu warten, und verordnete deshalb einen Aderlass, Abführungsmittel und Umschläge auf das Auge. Kurze Zeit darauf fiel das Eisenstückchen unter einem heftigen Thränenergusse heraus und alle Uebelstände waren beseitigt. Als Morgagni weiter nachforschte, fand er zwei dem seinigen gleiche Fälle, den einen bei Kerckring, den anderen bei Fabricius von Hilden.

Es handelte sich hier um Eisenstückchen, welche in der Hornhaut sassen und mit Hülfe eines Magnets herausgezogen wurden, als alle anderen Mittel fehl schlugen. Morgagni empfiehlt unter ähnlichen Umständen angelegentlich dasselbe Verfahren, und fügt hierbei hinzu: „Es ist für gewisse Aerzte unnütz, welche, wenn sie auch mit Aufmerksamkeit die Naturerscheinungen verfolgen sehen, alsbald mit der ungezogenen Frage kommen, welchen Vortheil ihr denn daraus für die Ausübung unserer Kunst ziehen könnet. Die vorstehenden Thatsachen beweisen im Gegentheile den eigentlichen Nutzen, welcher bisweilen daraus entspringen kann, um die Ursache der Krankheit zu erkennen und wohl auch sie zu heilen."

Zu den eifrigsten Anhängern der Behandlung der Krankheiten mittelst des Magnets kann man besonders Ludwig und Weber zählen, welche denselben, der eine bei Lähmungen, der andere bei Augenkrankheiten, empfehlen; ferner P. Hell, Professor der Astronomie zu Wien, und endlich den gelehrten Abbé Lenoble, Professor der Physik zu Paris. Mit den von diesem Letzteren angefertigten Magneten stellten auf Veranlassung der königlichen medicinischen Societät Mauduyt, Andry und Thouret ihre berühmten Versuche an. Der Bericht, welchen sie hierüber abstatteten,**) gilt als Muster der Gelehrsamkeit und Logik und erschöpft alles, was bis dahin über die medicinischen Eigenschaften des Magnets geschrieben ist. Die Art der Anwendung bestand, je nach der verschiedenen Behandlungsweise, bald darin, dass man einen Magnetstab längere

---

*) Dreizehnter Brief: *Anatomo pathologique* II. vol. p. 283. *trad. de Désormeaux et Destouet.*

**) *Observations et recherches sur l'usage l'aimant en médecine; dans les Mémoires de la Société royale de médecine*, 1779, t. III. p. 531.

oder kürzere Zeit den kranken Stellen gegenüber hielt, bald darin, dass man magnetische Gegenstände von verschiedener Form mit ihnen in Berührung brachte. Einige Kranke konnten diese Behandlungsweise nicht aushalten; die blosse Annäherung der magnetischen Gegenstände erregte bei ihnen Ohnmacht. Aus dem Berichte der gelehrten Herren der Commission ersieht man, dass der Magnet in gewissen Fällen des Rheumatismus, der Engbrüstigkeit, der Gesichtsschmerzen, des Herzschlagens bald nur vorübergehend, bald aber für immer Heilung bringt. Mehrere Arten Zahnschmerz, einige mit Krämpfen und Zuckungen verbundene Symptome verschwanden sogar sofort. Andry und Thouret standen daher gar nicht an, den Schluss zu ziehen, dass der Magnet auf das Nervensystem und die Krankheiten, welche damit in Verbindung stehen, eine entschiedene und bisweilen wohlthätige Wirkung ausübt.

Bei den verschiedenen Versuchen, welche ich während meiner langen praktischen Laufbahn angestellt habe, trat bei gewissen Kranken, wie bei denen, welche Andry und Thouret in ihrer Arbeit erwähnen, ein plötzliches Gefühl von Ohnmacht ein, so wie ihnen ein Magnetstab genähert wurde. Der charakteristischste Fall, welchen ich beobachtet habe, ist die Linderung eines sehr hartnäckigen Leibschmerzes durch breite, sehr stark magnetische Platten, welche an den Schenkeln angelegt wurden und daselbst mehrere Tage lang liegen blieben; sie veranlassten jedesmal bei einem Kranken, dessen Haut übrigens auffallend unthätig war, einen Ausbruch von ineinanderlaufenden spitzen Bläschen. Diese Fälle sind jedoch nicht sehr zahlreich. Wie wir bereits ausgesprochen haben, ist jetzt die Anwendung des Magnets fast ausser Gebrauch gekommen und die Platten, deren man sich hier und da mit oder ohne Wissen des Arztes bedient, sind vielmehr Amulette, um das Gemüth zufrieden zu stellen und auf die Einbildungskraft zu wirken, als ernstgemeinte Mittel.

Lange vorher, ehe die königliche medicinische Societät eine Commission zur Berichterstattung über den Magnet ernannt hatte, war man ganz voll von den gewissermassen mysteriösen Eigenschaften dieses Mittels. Es war dies in den durch Keppler, Galiläi und Descartes so berühmt gewordenen Jahrhunderten, in welchen die alchemistischen und astrologischen Träumereien das Aufblühen der Physik, Chemie, Philosophie, kurz die Restauration der Wissenschaften vorbereiteten. In diesen Jahrhunderten der Verwirrung, des Suchens und Strebens schrieb man dem Magnete eine grosse Zahl ausserordentlicher, selbst wunderbarer Heilungen zu, und die Bekanntschaft mit den besonderen Eigenschaften desselben wurde gerade der Ausgangspunkt für die neuere Philosophie und Medicin. Man hatte zweifelsohne bemerkt, dass die Nadel des Compasses für ent-

fernte Einflüsse empfänglich wäre, und dass ihre Ausströmungen wie ein geistiges Wesen den Raum durchdrängen, ohne durch die Entfernung oder durch das Dazwischentreten von Körpern gehindert oder geschwächt zu werden; man bildete sich seitdem ein, dass man mittelst des Magnets und durch sympathetische Bande aus der Entfernung die Uebel seines Gleichen heilen, ihnen seine Gedanken mittheilen, in ihnen seine Stimmungen erregen, von ihrem Leben leben und durch ihren Tod sterben könne. Man brachte die Meinungen der Platoniker von Alexandrien und der Schüler des Plotinus, welche als die Vorläufer der Pantheisten der neueren Zeit anzusehen sind, wieder in Schwung, wonach in dem Universum ein Universalgeist existirt, von dem alle Körper ihr Leben erhalten und zu dem alle Seelen zurückkehren sollten. Wirdig, Maxwel, Cardan und Paracelsus behaupteten, dass alle Wesen durch eine Gemeinschaft des Lebensgeistes, durch einen Austausch von Ausströmungen, welche die Liebe oder den Hass, die Sympathien oder die Antipathien begründeten, vereint wären. Diesen Lehren zufolge ist der Körper wie der Ocean einer Ebbe und Fluth unterworfen; der Mensch besitzt wie jeder Magnet zwei Pole; jede Krankheit hängt von einem Einflusse der Gestirne ab; jedes Metall, jedes Salz, jede Pflanze steht zu einem Gestirne in Bezug und empfängt von diesem seine Heilkraft.

Während des 16. und 17. Jahrhunderts sieht man die durch den Umfang ihrer Kenntnisse ausgezeichnetsten Männer durch den Mysticismus und die philosophischen Schwärmereien ihrer Zeitgenossen fortgerissen. Plato hatte den Irrthum begangen, die untergeordneten Götter, die Dämonen, bei der Regierung der Himmelskörper und bei der Bestimmung unseres Schicksals eine Rolle spielen zu lassen. Die Theosophen der neueren Zeit trieben die platonische Theorie bis auf die äusserste Spitze.[135]) Wirdig, Professor der Physik und Medicin zu Rostock, betrachtete die Fieber als eben so viele Anfechtungen von Geistern; Robert Fludd, einer der gelehrtesten Männer seines Jahrhunderts und mit Keppler und Gassendi in die lebhaftesten Händel verwickelt, bevölkerte das ganze Universum mit Geistern, mit Genien, begabt mit Kräften alle Erscheinungen in der physischen und moralischen Welt hervorzurufen und zu regieren; er bemühte sich sogar zwischen den Mysterien der jüdischen Kabbalah und dem Illuminismus der neueren Zeit, zwischen der christlichen Philosophie und der kosmischen Meteorologie einen Zusammenhang nachzuweisen. Uebrigens nimmt er für alle Dinge zwei Principien an: ein nördliches, oder Verdichtung durch Kälte, und ein südliches, oder Verdünnung durch Wärme. Van Helmont endlich, „dessen System wie Sprengel sagt,[135]) zwar mehrere Irrthümer verbreitet hat, aber doch als ein noth-

wendiger Ring in der Kette der Ursachen anzusehen ist, denen die Medicin ihren gegenwärtigen Zustand zu verdanken hat," gab eine Schrift heraus über die magnetische Heilung der Wunden und liess alle Funtionen des menschlichen Körpers von besonderen Dämonen (Archiater) abhängig sein, die selbst unter dem Commando eines Oberdämonen (Archeus) standen, welcher seinen Thron an der linken Magenöffnung (*ostium oesophageum s. cardia*) aufgeschlagen haben sollte.

Wir wollen uns zwar nicht auf Theorien einlassen, welche zu unserer Zeit glücklicher Weise in Vergessenheit gerathen sind und von Beobachtungen und Vernunftschlüssen nichts wissen wollen; anzuerkennen ist jedoch, dass hervorragende Männer, wenn sie auch im Irrthum sind, gleichwohl fast immer etwas Wahres, welches dann ein Erbtheil für die Zukunft wird, auf ihrem Lebenspfade zurücklassen. Ohne sich durch die Irrthümer der Astrologie beirren zu lassen, kann man zugestehen, dass der menschliche Körper der Mehrzahl der physischen Agentien, von denen er allenthalben umgeben ist, unterthan ist, und was den von Friedrich Hoffmann, Mead, Sauvages u. a. angenommenen Einfluss der Gestirne betrifft, so wird gewiss der der Sonne nicht in Zweifel gesetzt; denn durch die Wärme, welche sie verbreitet, und die Anziehung, welche sie ausübt, beherrscht sie die Planetenwelt und ist gewissermassen das Princip aller Lebensäusserungen. Uebrigens werden wir in dem dritten Abschnitte dieses Werkes auf diese Frage näher eingehen. Kein vernünftiger Mensch wird heut zu Tage Plotin's und Robert Fludd's Lehre von dem Universalgeiste noch zustimmen; gleichwohl haben wir es ausgesprochen und werden es im folgenden Capitel wiederholen, dass ein allgemeines Princip, von welchem alle Erscheinungen des Lichtes, der Elektricität und des Magnetismus abhängig sind, den ungeheuren Weltraum erfüllt und die innersten Elementartheilchen der Materie durchdringt. Eine grosse Zahl von Aerzten, Aretäus, Willis, Reil und selbst Boerhaave nahmen in den Nerven die Existenz feiner Geister an, welche um unseren Körper sogar eine Art Atmosphäre sollten bilden können. Gewiss wird wohl Niemand die Nervenkraft in Zweifel ziehen, ja die Ansicht gewinnt täglich mehr Beifall, nach welcher dieselbe einem unwägbaren Fluidum, einer der Arten des allgemeinen Princips, mit einem Worte dem Elektromagnetismus zuzuschreiben ist.

Van Helmont's Archeus ist unzweifelhaft eine Chimäre; aber die Rolle, welche dieser berühmte Arzt demselben zuschreibt, spielt wenigstens zum grössten Theile das Rückenmarksnervensystem wie dies die organischen oder functionellen Sympathien beweisen, deren für die Physiologen so interessante Geschichte für den Pathologen noch viel wichtiger ist. Robert Whytt hatte erkannt,

dass die gegenseitigen Beziehungen, die Solidarität, zwischen den verschiedenen Körpertheilen, der Consensus zwischen den Empfindungen und Bewegungen, die ihren Ausgangspunkt oft in entfernten Regionen haben, durch die Nervenverbindungen nicht vollständig erklärt werden könnten. Die Sensualisten schrieben die Sympathien dem Instincte zu; die Spiritualisten ordneten sie der Seele unter; Barthez betrachtete sie als eine den verschiedenen Organen gemeinsame Betheiligung an den Kräften des Vitalitätsprincips. In jetziger Zeit betrachtet die Mehrzahl der Physiologen die Sympathien als Phänomene, die von der Rückenmarksaxe bedingt werden. Allein erklärt man hierdurch, warum das Vorhandensein von Eingeweidewürmern die Pupille erweitert, warum manche Frauen — Morgagni liefert Beispiele hierfür — während der ganzen Zeit der Schwangerschaft das Gehör verlieren und es nach der Entbindung wieder erhalten, warum das Kitzeln der Fusssohle Convulsionen und selbst den Tod veranlasst, u. s. w.?

Die Antipathien, welche gewisse Gegenstände erregen, zu erklären, scheint uns noch schwieriger. In den *Ephémérides du curieux de la nature* liest man, dass ein Soldat, so wie ihn der Geruch einer Päonie (*la pivoine*) traf, das Bewusstsein verlor; eine Verwandte Scaligers fiel beim Anblicke einer Lilie in Ohnmacht; Amatus Lusitanus erzählt dasselbe von einem Mönche beim Anblicke von Rosen, so dass dieser zur Zeit der Rosenblüthe seine Zelle nicht verliess. Der Geruch von Moschus, Bibergeil, gemeinem Amber, Zimmt, Rainfarn hat (Kaaw-Boerhaave) oft Ohnmacht zur Folge gehabt. Die Gegenwart einer Katze oder auch nur die Ausdüstungen dieses Thieres haben genügt, um Ohnmachten, Beklemmungen und Angstschweiss zu erregen.

Der Anatom Gavard konnte keinen Apfel essen, ohne in Convulsionen zu verfallen, welche erst nach erfolgtem Erbrechen aufhörten. Wie viele Personen haben nicht eine unüberwindliche Aversion gegen Austern, Hummern, Krabben, Wein, Milch! Amatus Lusitanus spricht von einem Kranken, für welchen Honig Gift war; ich habe ein junges Mädchen gekannt, welche nach einem sehr langen und sehr heftigen Typhusfieber sich vor Zucker ekelte. Boerhaave hat gesehen, dass Weintrauben und Kirschen Aufstossen erregten; der blosse Duft von Erdbeeren veranlasste bei Frau von D.... hartnäckiges Erbrechen. Julie von Tarragon, Tochter des Königs Friedrich von Neapel hatte eine solche Aversion vor Fleisch, dass sie es selbst dann, wenn man es sorgfältig auf künstliche Weise unkenntlich gemacht hatte, nicht zum Munde bringen konnte, ohne in Ohnmacht zu fallen und Convulsionen zu bekommen.

Nach Robert Boyle verursacht das Geräusch beim Wetzen

eines Messers Bluten des Zahnfleisches. Der scharfe Ton einer Feile oder einer Säge, der schneidende Ton eines geriebenen Glases, das Knistern des Korkes, das Geräusch der Seide bringen bei vielen Leuten sehr unangenehme Gefühle hervor. Gewisse Weisen der Musik thun uns weh; gewisse musikalische Instrumente sind uns peinlich. Wenn auch zu Zeiten die Musik Wunder angerichtet, arme Wahnsinnige zur Vernunft und mehr denn einen Kranken, der schon mit einem Fusse im Grabe stand, zum Leben zurückgebracht hat, so hat es doch auch nicht an kalten und unempfänglichen Herzen gefehlt. Nach Hippokrates überfiel den Nicanor ein grosses Unbehagen, eine unbeschreibliche Unruhe, namentlich des Nachts, wenn er den Ton einer Flöte hörte.[136]) Lessing hatte gegen jede Musik eine Antipathie; das Geschlecht des Midas ist nicht ausgestorben und mehr denn eine Person könnte mit Marmontel ausrufen: „Sonate was willst du von mir?“

Es lässt sich wohl nicht läugnen, dass die Körper, wir sagen sogar die Seelen, unter einander durch gewisse geheime Einflüsse in Verbindung stehen und der Wirkung unsichtbarer Agentien ausgesetzt sind. Mehrere Krankheiten werden durch Miasmen oder mit anderen Worten durch uns verborgene Ursachen verbreitet. Wie geht es mit der Wirkung mancher Mittel zu? Ihre Wirkungsweise ist und bleibt bisweilen räthselhaft. Nach Galen ist ein Ring von Jaspis, der auf die Magengegend herabhängt, ein ausgezeichnetes magenstärkendes Mittel; ich selbst habe gesehen, dass eine auf das Herz gelegte frische Päonienwurzel eine sehr alte Brustbeklemmung heilte. Doctor D . . . wurde durch das Tragen einer Muskatnuss auf der Magengegend von einem sehr peinlichen Leibschmerze geheilt, der sich sofort wieder einstellte, sobald er die Nuss fortliess. Sollen wir alle diese und die analogen Fälle auf Rechnung der Einbildungskraft setzen, oder ist mit Robert Boyle anzunehmen, dass selbst die Amulette durch Ausströmungen heilen?

Zwischen den Thieren giebt es tiefe und unüberwindliche Antipathien, und auch unter den Menschen finden wir Fälle von nicht weniger starker, nicht weniger unwillkürlicher Abstossung und Anziehung, Fälle, in denen die Vernunft nichts ausrichtet, wenn sie auch ihr Verdammungsurtheil spricht. Rühren nun die moralischen Ansteckungen ebenfalls von gewissen Ausströmungen her? Hat man diese Wirkungen einer Sensibilitäts-Atmosphäre (Reil) zuzuschreiben, oder der Seele, welche alle Körper durchdringt und ihre Eindrücke auf andere überträgt, wie es Ernst Plattner wollte? Ist es das Vorbild, ein Glücksstern, oder etwa eine Analogie in der Organisation, im Wollen, in den Neigungen, was uns zu einander hinzieht? Wir wissen es nicht, ob es die Uebereinstimmung oder

der Gegensatz im Geschmacke und im Charakter ist, welcher die Herzen einander nähert und die Freundschaften stiftet. Man muss mithin etwas Unbekanntes und Göttliches bei den moralischen Sympathien und Antipathien annehmen, welche auf unser Geschick einen so bedeutenden Einfluss haben.

Bei so mysteriösen Vorgängen begreift man das Herumtappen und die Irrthümer derjenigen, welche, indem sie ihrer Einbildungskraft die Zügel schiessen lassen, alles begreifen, alles erklären und alles fassen wollen. Zu läugnen ist freilich nicht, dass in der ganzen Natur eine wunderbare Harmonie herrscht, dass geheime Beziehungen, gegenseitige Einflüsse, Anziehungen und Abstossungen, Sympathien und Antipathien da sind. Im Alterthume erklärten die Epikuräer diese Erscheinungen durch die verschiedenen Qualitäten der Atome, durch die Art und Weise, wie sie über- und aneinander gelagert wären; sie sagten z. B., wenn zwei Körpertheilchen zusammenträfen und die Erhöhungen des einen den Vertiefungen des andern entsprächen, fände eine innige Vereinigung statt und sie verbänden sich gewissermassen durch zahlreiche Ringe und durch dem Angelhaken ähnliche Widerhaken. Sollte es vielleicht daher kommen, dass man selbst heut zu Tage noch zu sagen pflegt, die Sache müsse einen Haken haben, wenn man auf unbegreifliche Weise plötzliche Neigungen entstehen und innige und untrennbare Freundschaftsbündnisse schliessen sieht?

Für die Philosophie wäre es ein Glück, wenn man alle die dunklen Erscheinungen in der Natur durch physikalische Theorien erklären könnte. Die Elektricität und der Magnet zeigen die Anziehungs- und Abstossungs-Erscheinungen, welche wir zwischen manchen Körpern und selbst in den gegenseitigen Beziehungen mancher Personen gefunden haben, im höchsten Grade; allein vom wissenschaftlichen Standpunkte aus berechtigt nichts dazu die einen von den anderen abhängig zu machen und ihnen nach dem Vorgange einiger Aerzte des 16. und 17. Jahrhunderts einen gemeinsamen Ursprung zuzusprechen.

Im Alterthume stand der Magnet in hohem Ansehen; man unterschied, um seine Anziehungskraft zu erklären, männliche und weibliche.*) Plato vergleicht den Magnet mit der Poesie, die göttliche Kraft des Dichters mit dem Magnetsteine; denn ebenso, sagt er, wie dieser Stein Eisenstücke anzieht und ihnen seine Eigenschaft Andere anzuziehen mittheilt, inspirirt die Muse den Dichter, der seinerseits das ihn belebende Feuer Anderen mittheilt, so dass sich eine inspirirte Kette bildet. Plinius**) stellt den Magnet an die Spitze der

*) *Plinius, hist. nat.*, lib. XXXVI. cp. 25.
**) Ebenda.

merkwürdigsten Steine: „Welch anderer Stein, sagt dieser Naturforscher, erregt mehr Erstaunen? Wo in der Natur zeigt sich ein grösserer Muthwille? Den Felsen gab sie eine Stimme (das Echo), welche dem Menschen antwortet. Was ist starrer als Stein? Wohlan, den Magneten gab die Natur Empfindung und Hände. Was leistet grösseren Widerstand als das harte Eisen? Und doch giebt es nach und wird folgsam: denn von dem Magnetsteine wird es angezogen, und während es sonst Alles bewältigt, stürzt es auf ein unbekanntes Etwas los und an dem Magnete angekommen haftet es und hält fest an demselben."

Wir besitzen keine Beobachtung über den Einfluss, welcher dem in der Luft verbreiteten Erdmagnetismus in Bezug zum gesunden sowohl, als zum kranken Organismus zugeschrieben werden könnte. Dies Fluidum ist selbst nur ein Ausfluss, eine Modalität des Aether, dessen Eigenschaften wir theilweise in den Erscheinungen des Lichtes, der Wärme und der Elektricität wahrnehmen und kennen lernen. Wir wissen nur, dass alle Körper der Natur sowohl auf der Oberfläche der Erde, als in den Tiefen des Erdballes, als auch in den höheren Regionen der Atmosphäre von magnetischen Einflüssen durchströmt und folglich dadurch in besondere Verhältnisse versetzt werden. Ueben diese auf den menschlichen Körper, dessen Organe Herde der Elektricität sind, dessen Blut, Nerven und Muskelfleisch Eisen enthalten und mithin der magnetischen Einwirkung fähig sind, irgend einen Einfluss aus? Wenn man die auf ihrer Spitze bewegliche Magnetnadel betrachtet, wenn man sieht, wie sie nach mehreren Schwankungen ihre Stellung im Raume findet und mitten auf Meeren und in tiefster Finsterniss ihre Spitze gegen den Polarstern richtet, so dass sie dem Matrosen die Richtung zeigt, welche er zu nehmen hat; wenn beim Ausbruche und während eines Nordlichtes, sei es auch dem Auge unsichtbar und in den Tiefen der Polargegend verborgen, die Compassnadel in Unruhe geräth, bewegt und, wie die Physiker sich ausdrücken, widersinnig wird: so fragen wir uns, wer der Nadel diese bestimmte Kenntniss, diesen untrüglichen Instinct verliehen hat. Dieselbe Frage könnten wir aber auch aufwerfen, wenn wir an die Wanderungen der Thiere denken. Wodurch wird der Storch, die Schwalbe, die Nachtigall, der Kranich erinnert, dass die Zeit der Abreise da ist? Wodurch wird ihnen das Land offenbart, in welches sie ziehen sollen? Wie geht es zu, dass sie später das Land wiederfinden, welches sie jetzt verlassen? Genügt es mit Reimarus[137]) zu sagen, dass ein Zugvogel in sich fühlt, wenn seine Zeit sei, die Gegend zu verändern und einen Zug nach einem gewissen Erdstriche spüret? Wie kommt der Zugvogel zu dem Instincte, welcher aller Wissenschaft spottet? Wie ist es möglich, dass er sich

weit genauer orientirt, als der Mensch mit allen seinen nautischen Instrumenten? Was dient ihm im unbestimmten Raume als Compass? Warum fühlt der Mensch nicht dieselben Einflüsse, dieselben Inspirationen, dieselben Empfindungen? Ist das Nervensystem nicht der feinste aller Apparate? Ist denn die Nervensubstanz weniger empfindlich, weniger des Eindrucks fähig, als die Magnetnadel? Die Erfahrung lässt uns bei diesen kitzlichen Fragen im Stiche; es würde thöricht und vergeblich sein, nicht etwa ihre Lösung zu fordern, wohl aber sie bei dem Mangel jeder Beobachtung und jedes Haltes der Untersuchung zu unterwerfen.

Man sollte also über die in früheren Jahrhunderten dem Magnete zugeschriebenen geheimen Qualitäten den Kopf nicht zu sehr schütteln; man darf nur die Theorien verwerfen, welche mit den physikalischen Gesetzen im Widerspruche stehen und sich nur auf schlecht beobachtete Thatsachen oder falsche Auslegungen stützen. Die Irrthümer zerstören, zu welchen Viele verleitet worden sind, heisst keineswegs sich gegen Entdeckungen abschliessen, und es ist wohl möglich, dass die Lehre vom Elektromagnetismus uns in Zukunft noch manche Ueberraschungen bieten wird. Man muss niemals am Fortschritte verzweifeln, nachdem wir es erlebt haben, wie durch den Dampf die Entfernungen verringert worden sind, und wie der elektrische Telegraph die Gedanken von Erdtheil zu Erdtheil mit Blitzesschnelle trägt.

SECHZEHNTES CAPITEL.

Schlussbetrachtungen zum ersten Abschnitte.

Wenn wir über die unwägbaren Flüssigkeiten mit Rücksicht darauf, dass sie die gewöhnlichsten Ursachen der meteorologischen Phänomene ausmachen, einige Betrachtungen anstellen, so kann es nicht in unserer Absicht liegen, ihr Wesen zu ergründen und zu bestimmen. Wir möchten lieber, anstatt diese Flüssigkeiten als die einzigen Kräfte anzusehen, welche die Körper zu durchdringen und auf ihre Masse oder ihre Elementartheilchen ins Besondere zu wirken fähig sind, mit Baco uns dahin aussprechen: „Es ist gegründete Hoffnung vorhanden, dass die Natur noch unendlich viel Geheimes in ihrem Busen birgt, was mit schon bekannten Eigenschaften keine Analogie hat, sondern unsere Einbildungskraft ganz und gar übersteigt.“*)

*) *Nov. organ. aphor.* 109.

Die einfache Aufzählung einiger der Gesetze oder vielmehr der allgemeinen Eigenschaften der Materie wird zur Rechtfertigung der Ansicht des berühmten Baco ausreichen.

Die Physik beschäftigt sich vorzugsweise mit den quantitativen Verhältnissen der Körper, mit ihren Eigenschaften und den Wirkungen, welche sie in bestimmten Entfernungen ausüben: „Ihre Aufgabe ist, wie Pouillet[138]) sagt, den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Naturerscheinungen zu ermitteln und sie, so weit es möglich ist, auf ihre Ursache zurück zu führen.“ Ein Körper ist eine Vereinigung von Elementartheilchen (Molekülen) der Materie, welche selbst wieder aus Atomen zusammengesetzt sind. Die neuere Wissenschaft nimmt, ohne das System des Leucippus und Epikurus zu dem ihrigen zu machen, gleichwohl mit diesen Philosophen an, dass das Atom das Letzte ist, worauf man bei fortgesetzter Zertheilung der Materie kommen würde. Man giebt ebenso zu, dass die Theilbarkeit, die Porosität, die Zusammendrückbarkeit, die Elasticität, die Ausdehnbarkeit allgemeine Eigenschaften der Körper und nicht der Atome sind. Das Atom ist ein Verstandesgebilde, was sich wohl begreifen, aber nicht darstellen lässt. Diese Eigenschaften, deren Studium in die Physik gehört, zu beschreiben ist überflüssig. Alle Welt kennt die ins Wunderbare gehende, aber thatsächliche Theilbarkeit gewisser riechender Körper und mancher Metalle; die mikroskopischen Thiere bieten noch weit wunderbarere Beispiele, wenn es wahr ist, was Ehrenberg[139]) behauptet, dass ein Cubikzoll Bieliner Tripel 40,000 Millionen Kieselpanzer von Gallionellen enthält, die selbst wieder aus verschiedenen Organen und einzelnen Theilen zusammengesetzt sind. Die Porosität ist mit nicht geringerer Entschiedenheit nachgewiesen; denn selbst die dichtesten Körper werden von den unwägbaren Flüssigkeiten durchdrungen. Ist es aber nicht merkwürdig, dass die tropfbaren Flüssigkeiten, welche in der Mitte zwischen den festen Körpern und den luftförmigen Flüssigkeiten zu stehen scheinen, doch weniger zusammendrückbar sind, als die festen! Wenn man z. B. Wasser in einer nicht nachgebenden Röhre, etwa in einer Kanone zusammendrückt, so zerspringt das Metall noch ehe die tropfbare Flüssigkeit auf $^{19}/_{20}$ ihres Volumens zusammengedrückt ist. Die dichtesten Körper sind elastisch; lässt man eine Elfenbeinkugel auf eine ebene Marmorfläche, die etwas ölig gemacht ist, fallen, so schnellt sie, ohne eine Gestaltsveränderung zu erleiden, bis zu der Höhe empor, von welcher sie herab gefallen ist. Entscheidende Versuche beweisen die Ausdehnung der Körper durch die Wärme, und in gleicher Weise ihre Zusammenziehung bei einer Verminderung oder einem Verluste dieses Fluidums.

Dies sind die allgemeinen Eigenschaften, deren Gesetze die

Physiker sorgfältig untersucht haben. Die Chemie ihrerseits hat die Zusammensetzung der Körper, die Analyse ihrer Elemente, die Erforschung der Kräfte, welche sie vereinigen oder trennen, zum Gegenstande; sie beschäftigt sich mit den qualitativen Verhältnissen. Die Atome zeigen unter einander eine Art Sympathie oder Antipathie, eine Anziehung oder eine Abstossung. Nach den Chemikern ist die Verwandtschaft (Affinität) das Princip, welches die Elementartheilchen der homogenen Körper vereint, und die Cohäsion das, welches die Elementartheilchen der ungleichartigen Körper zusammenhält, um neue Zusammensetzungen zu bilden, welche bis ins Unendliche verschieden sein können. Man weiss jedoch nicht, wie diese Elementartheilchen in Wirklichkeit sich vereinigen und wie sie gegenseitig eine Wirkung ausüben können, welche grösser ist, als die, welche die Erde auf jedes von ihnen ausübt.

Wir haben gesagt, dass alle physischen Körper, mögen sie einfach oder zusammengesetzt sein, eine Vereinigung von Elementartheilchen oder Atomen sind, welche durch eine unbekannte Ursache zusammengehalten werden. Sind nun die Atome aneinander gefügt oder durch einen Raum, durch ein Fluidum, durch eine Kraft von einander getrennt?*) Wodurch wird ihre Structur, ihre verschiedene Gestalt und die prächtige Krystallbildung, bei welcher man fast glauben möchte, dass ein Rudiment von Organisationen vorläge, bestimmt? Um diese dunklen Phänomene zu erklären, nimmt man zu einer abstracten Ursache, zu einer Molecularaction, seine Zuflucht. Steht diese Ursache, diese geheimnissvolle Action mit dem Elektromagnetismus und den verschiedenen Wärmezuständen in Bezug?

Berzelius hat die Atome mit kleinen Säulen verglichen, welche analog dem Turmaline durch die Wärme elektrisch würden, jedoch so, dass die beiden Pole von ungleicher Stärke wären. Die Verbindungen heterogener Atome sollen hiernach von der Anziehung

*) Plinius beruft sich auf den sehr erfahrenen Naturforscher Papirius Fabianus als Gewährsmann, als er erzählt, dass in den Steinbrüchen Marmor wachse; die Arbeiter versicherten auch, dass die Brüche, welche sie in den Bergen machten, sich von selbst wieder ausfüllten (*Plin. nat. hist.* lib. XXXVI. cp. 24. extr.). Cardan und Savonarola äussern auch die dann von Patrin entwickelte Idee, dass die Metalle im Innern der Erde wüchsen, und dass sie wirkliche unterirdische Pflanzen seien. Für diese Ansicht waren in gleicher Weise Avicenna, Cadet de Gassicourt, Mathiolus und Vivès; nach dem Letzteren giebt es Diamanten, welche trächtig werden und Junge bekommen. Die Hauptstütze empfing aber diese Idee von dem berühmten Tournefort, welcher sie in eine Art wissenschaftlicher Form brachte, die Mineralien den organischen Körpern gleichstellte, ihnen verschiedene Geschlechter und Functionen zuschrieb, und eine Menge Gründe für sein Zeugungs- und Wachsthumssystem der Steine beibrachte. Uebrigens lässt sich diese irrige Theorie bis auf Democrit, Theophrast und Mucien zurückverfolgen, welche bei den Steinen ebenfalls eine Zeugung annahmen.

der ungleichartigen Pole abhängen, deren elektrische Kraft durch die Wärme gesteigert wird. In dem Augenblicke, in welchem die Verbindung zu Stande kommt, tritt in Folge von der Ausgleichung der beiden Elektricitäten eine Wärmeentbindung ein und alle Anzeichen von Elektricität sind dann verschwunden. Nach dieser Ansicht, sagt Becquerel, ist der elektrische Zustand der Atome nur temporär und man sieht nicht recht ein, wie die Atome in der Verbindung mit einander vereint bleiben können. Diese Schwierigkeit glaubte Ampère durch die Annahme zu beseitigen, dass die Atome eine durch ihre Natur bedingte eigenthümliche Elektricität besässen, welche sie ohne Gefährdung ihrer Existenz nicht verlieren könnten. Nach ihm würde diese Elektricität durch eine Atmosphäre entgegengesetzter Elektricität der Wahrnehmung entzogen, so lange diese Atome noch nicht in eine Verbindung eingegangen wären; der Wasserstoff, die Alkalien und die Oxyde waren positiv, der Sauerstoff und die Säuren negativ elektrisch. Becquerel macht jedoch darauf aufmerksam, dass man diesen elektrischen Zustand der Atome nicht zugeben könne und noch weniger ihre Polarität, die schon vor der chemischen Wirkung vorhanden sein solle. Keine der von Berzelius aufgestellten Erfahrungen scheint ihm eine Abänderung der Gesetze zu erfordern, nach welchen sich das Freiwerden der Elektricität bei chemischen Vorgängen richtet. Diese Gesetze lauten folgendermassen:

1) Bei einer Verbindung einer Säure mit einem Alkali oder von Körpern, die sich wie solche verhalten, entbindet der erstere positive, der zweite negative Elektricität.

2) Bei Zersetzungen ist der elektrische Erfolg umgekehrt.

3) Bei doppelten Zersetzungen wird das Gleichgewicht der elektrischen Kräfte nicht gestört. Becquerel betrachtet die Identität der elektrischen Kräfte und der Verwandtschaft als etwas Hypothetisches. Will man sich an die Erfahrung halten, so muss man nach ihm sich so ausdrücken, dass in dem Augenblicke, in welchem die Verwandtschaften ihre Wirkungen ausüben, eine Entwickelung von Elektricität eintritt. Diese Entbindung scheint anzuzeigen, dass die Atome, mögen sie einfach oder zusammengesetzt sein, in dem Augenblicke, in welchem sie eine Verbindung eingehen, zwei verschiedene elektrische Zustände hervorrufen, welche, so lange die Verbindung dauert, bestehen bleiben und, so wie sie aufhört, verschwinden.*)

Ein noch allgemeineres Gesetz als die eben besprochenen, ein Gesetz, welches für alle materiellen Theile und für alle Himmels-

---

*) *Becquerel, Consid. gén. sur la théorie électro-chimique.*

körper gilt, ist die Schwere oder die Kraft, welche das Fallen aller Körper nach einer feststehenden Regel veranlasst; alles, mit Ausnahme vielleicht der unwägbaren Flüssigkeiten, deren eigenthümliche Natur uns unbekannt ist, ist derselben unterworfen. Wenn der Schwere kein Hinderniss entgegensteht, so fallen wirklich die Körper mit gleicher Geschwindigkeit, die leichte Feder wie die Bleikugel, ein Baumblatt wie der Felsblock; sie fallen senkrecht zur Oberfläche der Erde und dem Mittelpunkte derselben zu. Wenn es anders wäre, so würde die geringste Veränderung im Niveau der Meere die fürchterlichsten Ueberschwemmungen zur Folge haben. Mittelst Galiläis schiefer Ebene und Atwood's Fallmaschine hat man erwiesen, dass die Schwere mit gleichbleibender beschleunigender Kraft wirkt. Huyghens entdeckte, dass ein sich selbst überlassener Körper beim Fallen von der Höhe eines Thurmes in der ersten Secunde ungefähr 15 Fuss zurücklegt. Die in den folgenden Secunden zurückgelegten Wege wachsen wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7 ...

Die Schwere schreibt man der allgemeinen Anziehung (Attraction) zu, d. h. der allgemeinen Eigenschaft der Körper sich gegenseitig anzuziehen. Bouguer, Carlini und Maskelyne haben durch genaue Versuche gezeigt, dass eine an einem Faden aufgehängte Bleikugel am Fusse der Berge von ihrer Richtung abgelenkt wird. Cavendish fand mittelst eines von Michell angegebenen Apparates, dass die Anziehung im directen Verhältnisse der Massen und im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen steht. Nachdem dies feststand, brauchte man nur die sphäroidale Gestalt der Erde zu kennen, um die Gesetze, nach welchen die Anziehung der Erde auf ihrer Oberfläche erfolgt, abzuleiten. Ungeachtet die Schwere allen Körpern beim freien Falle dieselbe Geschwindigkeit ertheilt, ist ihre Stärke doch nicht durchweg dieselbe, sondern sie wächst, wenn man sich von dem Aequator her den Polen nähert. Diese Zunahme ist jedoch zu gering, als dass man sie durch den directen Fall der Körper messen könnte; das Pendel bietet das einzige Mittel dar, dieselbe nachzuweisen. Das Pendel strebt nämlich als schwerer Körper nach dem Mittelpunkte der Erde hin zu fallen, und die Anzahl seiner Schwingungen muss folglich da grösser sein, wo die Schwere grösser ist. Daher kommt es, dass die Pendeluhren, wenn man mit ihnen in den Polen näher gelegene Gegenden kommt, täglich einige Secunden vorgehen.

Was auf unserer Erde zwischen allen Atomen der Materie und der ganzen Masse der Erde vorgeht, erfolgt nach demselben Gesetze und durch dieselbe Kraft zwischen der Sonne und der Erde, zwischen den Sternen und unserem Sonnensysteme, von welchem im Verhältnisse zu dem ganzen Universum die Planeten nur unendlich kleine

Theilchen ausmachen. Die Planeten werden gegen die Sonne als zu dem Centrum der von ihnen beschriebenen Bahnen hingezogen; sie würden, wenn ihnen nicht eine eigene Bewegung, die Centrifugalkraft, mitgetheilt wäre, plötzlich in dies Gestirn stürzen. Aus der Wirkung dieser beiden einander entgegengesetzten Kräfte entsteht die zusammengesetze Bewegung, in deren Folge sie Ellipsen um die Sonne beschreiben. Diese Eigenschaft, durch welche die Himmelskörper sich gegenseitig anziehen, ist die allgemeine Anziehung, die Gravitation. Newton machte sie zur Basis seines Weltensystems, indem er sich dabei auf die drei grossen Gesetze Keppler's stützte, nach denen sich die Bewegungen aller Himmelskörper richten, nämlich: 1) Die Planeten bewegen sich in krummen Bahnen und ihr Radius-Vector beschreibt in gleichen Zeiten gleiche Räume. 2) Die Bahnen der Planeten sind Ellipsen, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht. 3) Die Quadrate der Umlaufszeiten sind den Cuben ihrer mittleren Entfernung proportional.

Die Gravitation ist das grosse Weltgesetz; es umfasst alle Körper auf der Erde und in den Tiefen des Weltenraumes. Es bezieht sich jedoch nur auf die Quantität der Materie und hat nichts mit den chemischen Zuständen und Zusammensetzungen zu schaffen. Beispiele hierfür bieten die Pendelversuche auf unserer Erde und die gegenseitigen Einwirkungen der Himmelskörper. Die Eigenschaften und die Zusammensetzungen der im unendlichen Weltenraume kreisenden unzähligen Körper sind uns unbekannt; ihre Massen und ihre Geschwindigkeiten allein sind bisher der Rechnung unterworfen worden.

Unter allen Zuständen der Materie verdient keiner eine grössere Beachtung, als derjenige der Bewegung. Descartes glaubte, dass im Universum stets dieselbe Quantität von Bewegung bestehe; nach Leibnitz und Newton verliert es und verbraucht es unaufhörlich davon, aber um sich immer wieder zu ergänzen. Man stellt sich die Materie oft als träge und ruhend vor, ebenso schreibt man alle Veränderungen, alle Bewegungen, welche sie erleidet, fortwährend wirkenden Kräften oder plötzlichen äusseren Einwirkungen zu; indessen wenn auch relativ einige Körper völlig unbeweglich erscheinen, so besteht doch in Wirklichkeit nirgends absolute Ruhe. „Die scheinbar trägste Materie, sagt Pouillet, besitzt in jedem Theile ihrer Masse eine fortwährende Activität, weil alle Elementartheilchen entweder äusserlich oder innerlich Kräften ausgesetzt sind, welche unaufhörlich wirken und unaufhörlich Veränderungen ihrer Intensität erleiden können.“ *)

*) *Traité de physique*, t. I. p. 35.

Die Erde dreht sich sammt ihrer Atmosphäre und allen auf ihrer Oberfläche befindlichen Körper um ihre Axe mit einer Geschwindigkeit, die so gross ist, dass wir schneller als eine Kanonenkugel den Raum durchfliegen. Eine zweite schnelle Bewegung, nämlich die um die Sonne, bringt die Erde zu fernen Gegenden des Planetenraumes und nach je 6 Monaten befindet sie sich an einer 40 Millonen Meilen entfernten Stelle. Wie sie, besitzen auch die anderen planetarischen Körper eine schnelle Bewegung von grösserer oder geringerer Geschwindigkeit. Sogar die Sonne, welche man seit Copernikus als ein mitten unter den Planeten und Kometen festes Centrum ansah, dreht sich um ihre Axe und vollendet ihre Rotationsbewegung in $25^1/_2$ Tagen. Nach den neuesten Entdeckungen der Astronomen scheint es, als ob die Sonne mit ihrem ganzen Syteme sich in dem Weltenraume auf das Sternbild des Herkules mit einer Geschwindigkeit, welche Bessel zu wenigstens 985000 Meilen auf den Tag schätzt, zu bewege, was eine Geschwindigkeit doppelt so gross, als die der Erde auf ihrer Bahn um die Sonne sein würde.[140]) So finden wir, wie v. Humboldt sagt,[141]) „bei scheinbarer Unbeweglichkeit des Himmelreiches die zahllosen Fixsterne sich wimmelnd nach verschiedenen Richtungen gruppenweise bewegen.“ Welches ist nun der Mittelpunkt dieser allgemeinen Bewegung, um welchen alle Himmelskörper in den Tiefen des Weltenraumes kreisen? Mädler hat im Jahre 1846 den Muthmassungen einiger Astronomen in Betreff des Daseins einer Centralsonne, um welche die Welten ohne Zahl ihren Lauf beschreiben, neue Gründe hinzugefügt, welche dies noch wahrscheinlicher machen. „Seine Untersuchungen sind so eigenthümlich und so grossartig, dass sie eine Menge bisher sehr hochgehaltener Entdeckungen in den Schatten stellen.“*)[142])

Der grösste Theil der auf der Erde befindlichen Materie ist, abgesehen von der der ganzen Masse gemeinsamen Bewegung, in fortwährender Arbeit. Zu jeder Minute, selbst wenn sich kein Lüftchen regt, findet, wie die Quecksilbersäule des Barometers beweist, in der Atmosphäre ein Steigen, ein Fallen, überhaupt eine Veränderung statt. Die Gewässer der Meere ebben und fluthen; Wasserdünste erheben sich in die Luft, schlagen sich als Schnee und Eis an den Gipfeln der Berge, an den Wänden der Felsen nieder, verwandeln sich in befruchtenden Regen, in stärkenden Thau und kehren zu Bächen und Flüssen vereint zum Meere zurück. Ein rastloses Leben und Weben herrscht auf der Oberfläche der Erde: Myriaden von Saamenkörnern, von Eiern werden erzeugt und befruchtet; Tausende von Kräutern,

*) *Marquis de Northampton, président de la Soc. roy. de Londres*, 30. nov. 1846.

Bäumen und Thieren entstehen, wachsen, vermehren sich und sterben. In der scheinbar ruhigen Rinde des Erdballes fliessen Quellen, vollenden sich fortwährend Umgestaltungen der Materie; noch etwas tiefer ist Alles geschmolzen; unterirdische Feuer prasseln ohne Unterlass; die in die Wolken ragenden Pic's, die Krater der Vulcane speien, gleichsam wie ungeheuere Schornsteine unterirdischer Locomotiven, Ströme von Rauch und Asche, Massen geschmolzener Felsen aus, und zeitweise sich entladende unterirdische Gewitter erfüllen den Menschen bei ihren fürchterlichen Ausbrüchen, durch welche oft die volkreichsten Städte verwüstet werden, mit Furcht und Zittern.

Das Licht, das kostbarste Geschenk des Schöpfers, verkündet uns, indem es unaufhörlich in sanften Schwingungen den ganzen Weltenraum durchwogt, die Wunder der fernsten Fernen, der Wärmestoff durchströmt die Körper, welche das Licht nicht durchdringen kann; die Massen, durch welche der Wärmestoff gehemmt zu werden scheint, lassen die Elektricität hindurch; die eisigen Gegenden endlich, in denen man nie den Blitz mit dem ihn begleitenden rollenden Donner wahrnimmt, zeigen magnetische Ausströmungen: denn das magnetische Fluidum verdichtet sich an den Polen zu phosphorescirenden Wolken, zu einem der Morgenröthe gleichenden Glanze.

So ist im ganzen Universum nichts unbeweglich, weder das sich durch seine Kleinheit dem Auge des Beobachters entziehende Atom, noch die Masse, welche durch ihre grossartigen Dimensionen in Erstaunen setzt. Zwar spricht man von der Trägheit der Materie als einer ihrer Eigenschaften; aber die Wissenschaft bezeichnet mit dieser Abstraction nur den passiven Zustand der Körper, dass sie nämlich von selbst weder den Zustand der Ruhe, in welchem sie sich befinden, noch die Bewegung, welche ihnen einmal mitgetheilt ist, zu ändern vermögen. Nach Seguin müssen Wärme und Bewegung von Haus aus identisch sein in der Weise, dass beide Phänomene nur in der Wirkungsweise verschiedene Aeusserungen ein und derselben Ursache wären. Davy macht in seinen Elementen der Chemie*) darauf aufmerksam, dass die unmittelbare Ursache der Wärmeerscheinungen die Bewegung ist, und dass sich alle beide nach denselben Gesetzen mittheilen. Joule hat berechnet, dass die Wärmemenge, welche ausreichend ist, die Temperatur von 1 Gramm Wasser um 1 Grad C. zu erhöhen, einer mechanischen Kraft gleich kommt, welche 459 Gramme auf 1 Meter Höhe zu heben vermag.

Mosotti und Seguin haben (ihren Mittheilungen an die Aca-

*) *Eléments de chimie*, t. I. p. 95.

demie der Wissenschaften zu Paris zu Folge) die Mehrzahl der in der physischen Welt auftretenden Erscheinungen, sowohl die Kraft, welche zwei Atome vereint, als die im Grossen sich offenbarende Attraction, durch Bewegung zu erklären gesucht. Ersterer sagt: „Wenn die von ihren Atmosphären umgebenen Elementartheilchen der Materie sich bei einem grösseren gegenseitigen Abstande anziehen und bei einem kleineren abstossen, so muss es eine Indifferenzstelle geben, bei welcher ein Elementartheilchen weder angezogen, noch abgestossen wird, sondern im Gleichgewichtszustande bleibt, und es wäre wohl möglich, dass dies der Abstand wäre, in welchem sie sich befinden, wenn sie zu einem Körper zusammengesetzt sind.“ Seguin sieht in der Bewegung der Aethertheilchen den Grund der Trennung der Elementartheilchen eines Körpers. Der Wärmestoff, sagt er, sucht sie auseinander zu halten, indem er ihnen gegenüber dieselbe Rolle spielt, welche die Centrifugalkraft bei sämmtlichen Bewegungen der Himmelskörper zukommt, und so dicht auch die Körper sein mögen, ihre letzten Atome befinden sich im Verhältniss zu ihrer Grösse doch eben so weit von einander, wie dies bei den im Weltenraume schwebenden Himmelskörpern der Fall ist.

Die Mehrzahl der neueren Forscher nimmt als Grundlage bei der Erklärung der Erscheinungen in der physischen Welt eine durch den ganzen Weltenraum verbreitete Flüssigkeit an, welche sich, je nach den verschiedenen Modificationen in ihrer Bewegung, als die verschiedenen imponderablen Flüssigkeiten äussert. Selbst Newton spricht von der Gravitation, in welcher er den geheimnissvollen Schlüssel für den regelmässigen Gang der Himmelskörper fand, nur als von einem durch die Beobachtung Bedingten, und stellt sie nicht als eine reelle Kraft hin, sondern nur als eine zur Erklärung ausreichende Auffassungsweise. Anstatt die strenge Forschung davon abzulenken, verpflichtet er dieselbe vielmehr dazu, die Ursachen der Anziehung dieser Kraft, welche nach Laplace von Himmelskörper zu Himmelskörper sich augenblicklich, wenigstens mit einer die Geschwindigkeit des Lichtes mehrere Millionenmal übertreffenden Geschwindigkeit, fortpflanzt, aufzusuchen. Worin besteht nun das diese Fortpflanzung Vermittelnde? In seinen *Principia mathematica philosophiae naturalis*, ebenso in den am Ende seiner Optik stehenden *Quaestiones* spricht Newton von einer unendlich feinen allgemeinen Flüssigkeit, welche alle Körper durchdringt, und wohl zur Erklärung der verschiedenen Eigenschaften, welche bis jetzt in ein geheimnissvolles Dunkel gehüllt sind, dienen könne.[143])

Durch aufmerksame Beobachtung gewisser astronomischer Erscheinungen ist man zu der höchst wahrscheinlichen Annahme gekommen, dass es einen ausnehmend dünnen, den ganzen Weltenraum erfüllenden Stoff giebt, den man Aether genannt hat. Der-

selbe würde nicht nur die ungeheuren Himmelsräume allenthalben erfüllen, sondern selbst in die Zwischenräume im Innern aller physischen Körper eindringen. Nach den Astronomen scheint die Existenz dieses Stoffes namentlich durch den Widerstand, welchen derselbe der Bewegung der Kometen entgegensetzt, begründet zu sein. Encke fand, dass dieser Widerstand bei dem nach ihm benannten Kometen von kurzer Umlaufszeit während eines Umlaufs einen Unterschied von zwei Tagen veranlasst.[144]) Ebenso schreibt man demselben zu, dass der Kometenschweif nach der Gegend hin sich biegt, von welcher das Gestirn eben herkommt. Desgleichen ist das Vorhandensein des Aethers zur Erklärung der Undulationstheorie nöthig, und nicht minder wird dadurch die Zurückführung der Erscheinungen des Lichtes, der Wärme, des Magnetismus und der Elektricität auf ein einziges Fluidum ermöglicht.

Das Undulationssystem ist jetzt in der Optik fast allgemein angenommen. P. Grimaldi, Descartes, Huyghens, Young, Fresnel, Malus, Arago, Cauchy u. a. haben dafür, dass die leuchtenden Phänomene das Product von transversalen Aetherschwingungen sind, die treffendsten Belege beigebracht. Gleichwohl fehlte immer noch zur vollständigen strengen Begründung ein letzter Nachweis; denn es musste z. B. noch gezeigt werden, dass die Geschwindigkeit des Lichtes im Wasser kleiner sei, als in der Luft, weil man nach dem entgegengesetzten Systeme zu dem Schlusse kommt, dass das Licht im Wasser sich schneller, als in der Luft fortpflanzt. Aber wie sollte man es anstellen, die unendlich kleine Zeit zu messen, welche ein Lichtstrahl zum Durchlaufen einer Luftschicht und einer Wasserschicht von einigen Fussen gebraucht? Foucault[145]) hat diese Schwierigkeit mittelst eines Spiegels, der sich mit ungeheuerer Geschwindigkeit um eine Axe dreht, auf eine völlig befriedigende Weise gelöst. Macht dieser Spiegel 500 — 700 Umläufe in einer Secunde, so wird das Bild, welches der durch das Wasser gehende Lichtstrahl bildet, mehr abgelenkt, als das, welches der durch die Luft gehende erzeugt, so dass mithin die Geschwindigkeit des Lichtes, anstatt mit der Brechbarkeit, wie es das Emanationssystem erfordert, zu wachsen, im Gegentheile in Uebereinstimmung mit den Gesetzen des Undulationssystems abnimmt. Dies ausgezeichnete Experiment ist ein neuer Beleg für das Undulationssystem und ein höchst schätzenswerther Zuwachs zu denen, welche die Wissenschaft bereits besitzt. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes, sagt Pouillet, ist nach den Medien verschieden und steht mit dem Brechungsexponenten derselben im umgekehrten Verhältnisse; folglich findet die grösste Geschwindigkeit im leeren Raume statt und die kleinste in dem brechbarsten Mittel, im chromsauren Bleioxyde.

Foucault, welcher mit seinem glücklichen Erfindungstalente den Ruhm dieser Entdeckung noch durch den mittelst des Pendels geführten Nachweis der Rotation der Erde vermehrt hat, glaubt mit demselben Apparate auch die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wärme messen zu können, und ist der Ansicht, dass diese der des Lichtes gleich sein werde. Die Analogien dieser beiden Principien, des Lichtes und der strahlenden Wärme, sind überraschend: Dieselbe Entstehungsweise durch die Einwirkung der Sonne auf die Aethermaterie; dieselbe Fortpflanzungsgeschwindigkeit; in der Mehrzahl gleiche Reflexionsgesetze. Die Wärme wird durch ein Steinsalzprisma gebrochen; sie wird beim Durchgange durch Säulen von sehr dünnen Glimmerblättchen polarisirt; die Sonnenwärme durchläuft ebenso gut wie das Licht den Weltenraum und die Atmosphäre ohne absorbirt zu werden. Bei einer gewissen Temperatur werden alle Körper leuchtend; Stoss, Reibung, Zusammendrückung erzeugen gleichzeitig Wärme und Licht. Melloni hat überdies eine wichtige Arbeit über die Wärmeverhältnisse des Spectrums veröffentlicht, in welcher er den Nachweis liefert, dass die Licht- und Wärmestrahlen nicht nur neben- und mit einander im Sonnenlichte vorhanden sind, sondern dass man sie als Ein und Dasselbe betrachten könne.

Werden wir auch zwischen leuchtender Wärme oder wärmendem Lichte und Elekromagnetismus dieselben Analogien finden? Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektricität ist wie die des Lichtes ungefähr 40000 Meilen in der Secunde; wenn man Wheatston glauben darf, beträgt sie 68000 Meilen. Mittelst eines Leitungsdrahtes kann man durch den Funken der Elektrisirmaschine und der Leydenerflasche Baumwolle und spirituöse Flüssigkeiten auf sehr grosse Entfernungen entzünden. Am 29. September 1851 um $2^1/_2$ Uhr Nachmittags wurde von Dover aus auf dem Walle zu Calais durch den elektrischen unterseeischen Telegraphen eine Kanone abgefeuert. Seitdem kann man, wie bereits angeführt ist, eine kurze Depesche von Paris nach London schicken und in weniger als 2 Minuten Antwort darauf haben.

Van Marum hat mit einer kräftigen Säule einen 50 — 60 Fuss langen Eisendraht geschmolzen, und wenn die Ladung sehr stark ist, kann man sogar Eisen in Dunst verwandeln. Die neueren Versuche von Despretz in der Sorbonne haben gezeigt, dass der elektrische Strom mehr als das Feuer eines Eisenschmelzofens vermag. Er hatte ungeheuere Instrumente zu seiner Verfügung, Säulen von 600 in sechs Reihen verbundenen Bunsen'schen Elementen, ein mächtiges Knallgebläse, ein aus concentrischen Zonen zusammengesetztes Brennglas, welches die Alles verzehrende Hitze eines Schmelzofens erzeugte. Das mit diesen Mitteln gewonnene Licht ist von einer ungeheueren Intensität. Despretz bemühte sich dies

eine bestimmte Zeit lang constant zu erhalten und erreichte seinen Zweck mittelst sinnreicher Apparate und durch die eigenthümliche Verwendung der Säulen. Thonerde, Kieselerde, Titan, Schwerspath, Palladium, Platin schmolzen in wenigen Minuten bei gemeinschaftlicher Einwirkung der Säule und des Brennglases. Despretz sagt: „Aus meinen Versuchen halte ich mich zu dem Schlusse berechtigt, dass ich selbst mit den mir zu Gebote stehenden Mitteln, die ich übrigens noch zu steigern hoffe, den Beweis werde führen können, dass alle Körper schmelzbar und zu verflüchtigen sind.*) Es gelang ihm, Kohle zu schmelzen; doch ist es leichter, sie zu verflüchtigen, als zu schmelzen; ebenso ist es mit Magnesia, Kalk, Zinkoxyd u. a. In einer vierten Notiz vom 22. December 1849 theilt Despretz das interessante Resultat mehrerer seiner mit verschiedenen Kohlenarten angestellten Versuche mit. Er hatte die Verflüchtigung dieses Körpers, so wie die des Graphits, des Anthracits und des Diamanten im leeren, wie im lufterfüllten Raume 100 Mal zu Stande gebracht. Der Diamant verwandelt sich wie jede Kohlenart, welche der Hitze einer hinreichend starken Säule ausgesetzt wird, in Graphit, und hierdurch kam er auf den Gedanken, dass der Diamant nicht das Produkt einer intensiven Hitze auf organische oder kohlehaltige Stoffe sein könne. So hat auch Professor Brewster nach Untersuchung einiger Diamanten, in deren Inneren mit Luft erfüllte Höhlen waren, die Ansicht ausgesprochen, dass der Diamant vegetabilischen Ursprungs sei, dass er ursprünglich in einem weichen Zustande gewesen sei und sich wie ein Harz, bei welchem wir dies noch unter unseren Augen vorgehen sehen, verhärtet habe.**)

Die Versuche, über welche wir eben berichtet haben, eröffnen der Industrie unstreitig eine grosse Zukunft; denn dass die strengflüssigsten Metalle schmelzbar und hämmerbar gemacht werden können, dass die Thonerde und ihre Verbindungen in Rubin umgebildet werden, sind Thatsachen von der grössten praktischen Bedeutung. Allein für die Wissenschaft haben diese Entdeckungen kein geringeres Interesse. Man kann in den Säulen eine Art erzeugende Macht für gewisse unorganische Körper finden. Diese Ströme von Feuer, Licht, Elektricität, welche zusammen auftreten und sich in einander umwandeln, machen es höchst wahrscheinlich, dass sie

*) *Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 16. juillet 1849.

**) Newton hatte schon geäussert, dass der Diamant ein brennbarer Körper sei; dem berühmten Lavoisier verdankt man das Ergebniss, dass der Diamant aus reinem Kohlenstoffe besteht. Eine letzte von Despretz der Academie der Wissenschaften zu Paris mitgetheilte Notiz lässt hoffen, dass es ihm gelingen werde, Diamanten oder wenigstens ein Diamantenpulver, welches der Industrie grosse Dienste zu leisten geeignet sein würde, zu erzeugen.

aus einer gemeinsamen Quelle entstammen, und dass diese Flüssigkeiten in Wahrheit nur Modificationen eines und desselben Princips sind.

Wie gross auch die scheinbare Verschiedenheit ist, welche den Erdmagnetismus von den drei anderen imponderablen Flüssigkeiten trennt, eine hinreichende Analogie vereint sie doch schon jetzt auf einem Gebiete und lässt sie als aus derselben Quelle entspringend erkennen. Die seltsamen und bisweilen entgegengesetzten Wirkungen, welche der Blitz beim Einschlagen auf das Eisen und die Magnete ausübt, scheint uns mit einer solchen Hypothese nicht im Widerspruche zu stehen. Bald nämlich verändert er den Magnetismus oder kehrt er die Pole des Compasses um, und bald theilt er Eisen- oder Stahlstäben Magnetismus mit, welche vorher keine Spur davon zeigten.

Dem Identitätsprincipe der vier imponderablen Flüssigkeiten könnte man damit entgegentreten, dass der Wärmestoff und der Magnetstoff gegeneinander Antipathie und Eigenschaften, welche nichts Analoges zeigen, zu besitzen scheinen. Schon vor langer Zeit hat Gilbert die interessante Beobachtung gemacht, dass jeder natürliche oder künstliche Magnet bei Erwärmung bis zur Weissglühhitze den Magnetismus verliert; allein nach der Erkaltung ist er fähig, von Neuem Magnetismus anzunehmen. Der Verlust des Magnetismus erfolgt nicht plötzlich. Um sich davon zu überzeugen, nehme man einen magnetischen Stab und erwärme ihn allmälig bis zu verschiedenen Temperaturen; man messe jedesmal nach dem Erkalten die Intensität und stets wird man finden, dass die Intensität mit jedem Wärmegrade, den man hinzugefügt hat, abgenommen hat. Kupffer nimmt an, dass bei jedem neuen Versuche die Dauer von 300 Oscillationen einer Nadel von 0° bis 30° R. um eine Secunde zunimmt.[146])

Pouillet sagt: Einige ziemlich merkwürdige Analogien zwischen den Atomabständen der Körper und ihren magnetischen Eigenschaften haben mich auf den Gedanken gebracht, dass sich die magnetische Grenze der verschiedenen Körper bei sehr verschiedenen Temperaturen befinden müsse, und ich habe wirklich durch das Experiment gefunden:

1) „Dass Kobalt nie aufhört, magnetisch zu sein, oder vielmehr, dass seine magnetische Grenze noch weit über der Weissglühhitze liegt.

2) Dass Chrom seine magnetische Grenze etwas unter der Temperatur des dunklen Rothglühens hat.

3) Dass für Nickel die magnetische Grenze bei ungefähr 350° liegt, in der Nähe der Schmelztemperatur des Zinks.

4) Endlich dass Mangan seine magnetische Grenze zwischen 20 und 25° hat.

Die Experimente mit den fünf einfachen magnetischen Körpern: Mangan, Nickel, Chrom, Eisen und Kobalt scheinen dafür zu sprechen:

1) Dass die Wärme nur insofern auf den Magnetismus von Einfluss ist, als sie den grösseren oder geringeren Abstand zwischen den Atomen der Körper bedingt.

2) Dass alle Substanzen magnetisch werden würden, wenn man auf irgend eine Weise ihre Atome in den gehörigen Abstand bringen könnte.“ *)

Zu Gunsten dieser letzteren Folgerung könnte man eine von Delesse mitgetheilte Thatsache anführen, dass nämlich die magnetischen Substanzen, wenn sie in einen Mörser gebracht und Stössen ausgesetzt werden, an Kraft zunehmen, was bei Eisen von guter Qualität eine Steigerung sogar im Verhältnisse von 50 zu 100 zur Folge haben soll.**)

Diese Art von Antagonismus zwischen der Wärme und dem Erdmagnetismus macht sich besonders in den entgegengesetzten Erscheinungen geltend, welche die verschiedenen Gegenden der Erde zeigen. In der heissen Zone ist die Intensität und Inclination der Magnetnadel Null oder wenigstens sehr gering; im Allgemeinen wachsen sie, je mehr man sich den Polen der Erde nähert; man ist sogar so weit gegangen, die magnetischen Pole als die Kältepole anzusehen. Andere Thatsachen und triftigere Erfahrungen entkräften jedoch diesen scheinbaren Gegensatz. In einem Briefe Plücker's, welchen Arago der Academie der Wissenschaften (14. Februar 1848) vorlegte, findet sich ein von diesem angestellter neuer Versuch, welcher eine auffallende Analogie zwischen der Wärme und dem Magnetismus herausstellt. Bringt man nämlich ein Luftthermometer zwischen die Pole eines kräftigen Magnets, so ändert sich der Gang des Instrumentes gerade so, als ob die Temperatur gestiegen wäre. Die Luft wird durch dem Magnetismus ausgedehnt, wie dies durch die Wärme geschieht.***) A. von Humboldt

---

*) *Traité élém. de physique*, t. I. p. 485. Deutsche Bearb. von Müller. 4. Aufl. II. S. 56 theilweis.

**) *Acad. des. sc.*, 8 janvier 1849.

***) Ist es nicht seltsam, dass sich in einer Stelle des Lucrets dieselbe Idee findet? Er sagt: „Zunächst muss man annehmen, dass diesem Steine unzählige Theilchen oder warme Dünste entströmen, welche die zwischen dem Steine und dem Eisen allenthalben enthaltene Luft verdünnen.“

Principio, fluere e lapide hoc permulta necesse est
Semina, sive aestum, qui discutit aera plagis:
Inter qui lapidem, ferrumque est cunque locatus.

Lucr. liv. VI.

sagt:*) „Durch die glänzenden Entdeckungen von Oersted, Arago und Faraday ist die elektrische Ladung des Luftkreises der magnetischen Ladung des Erdkörpers näher gerückt. Wenn durch Oersted aufgefunden worden ist, dass die Elektricität in der Umgebung des sie fortleitenden Körpers Magnetismus erregt, so werden dagegen in Faraday's Versuchen durch den freigewordenen Magnetismus elektrische Strömungen hervorgerufen. Magnetismus ist eine der vielfachen Formen, unter denen sich die Elektricität offenbart. .... Der ewige Wechsel, die oscillatorische Bewegung, welche man in allen magnetischen Erscheinungen, denen der Neigung, der Abweichung und der Intensität der Kräfte wahrnimmt: nach den Stunden des Tages und auch der Nacht, nach den Jahreszeiten und dem Verlaufe der ganzen Jahre, lässt sehr verschiedenartige partielle Systeme von elektrischen Strömungen in der Erdrinde vermuthen. Sind diese Strömungen, wie in Seebeck's Versuchen, thermo-magnetisch unmittelbar durch ungleiche Vertheilung der Wärme erregt? oder soll man sie nicht vielmehr als durch den Stand der Sonne, durch die Sonnenwärme inducirt betrachten? Hat die Rotation des Planeten und das Moment der Geschwindigkeit, welches die einzelnen Zonen nach ihrem Abstande vom Aequator erlangen, Einfluss auf die Vertheilung des Magnetismus? Soll man den Sitz der Strömungen, d. i. der bewegten Elektricität, in dem Luftkreise, in den interplanetaren Räumen oder in der Polarität der Sonne und des Mondes suchen? Schon Galiläi war in seinem berühmten Dialogo geneigt, die parallele Richtung der Erdaxe einem magnetischen Anziehungspunkte im Weltenraume zuzuschreiben."

Aus diesen, wenn auch noch unvollständigen, Ergebnissen geht so viel hervor, dass nur ein einziger unwägbarer Stoff existirt, welcher den Phänomenen des Lichtes, der Wärme, der Elektricität und des Erdmagnetismus zu Grunde liegt. Bei dieser Hypothese wird vorausgesetzt, dass der unendliche Weltenraum und die Zwischenräume zwischen den Atomen der Materie mit einem unwägbaren und sehr elastischen, unter dem Namen Aether bekannten Stoffe erfüllt sind, so dass der leere Raum nur eine Chimäre ist, und man mit Seneca sagen kann: *Haec spiritu plena sunt, nihil enim usquam inane est.***) Der Aether hüllt alle Körper in eine ununterbrochene Atmosphäre, welche sie unstreitig trennt, hält, verbindet; die Elementartheilchen jedes Körpers verbindet er, wie er vielleicht alle Körper vereint, welche das Universum bilden. Von den veränderlichen Verhältnissen dieses Stoffes können nur die verschiedenen Formen und Qualitäten der Körper bedingt werden.

---

*) Kosmos I. S. 194.

**) *Quaest. nat.* lib. III. cp. 16.

Die Chemie hat noch lange nicht die die Elemente betreffende Frage vollständig beantwortet. Im Alterthume nahm man ihrer vier an; eine Ansicht, deren Unhaltbarkeit längt zugestanden ist. In neuerer Zeit hat man, jemehr sich die der chemischen Analyse zu Gebote stehenden Mittel vervielfältigten und vervollkommneten, nach und nach eine weit grössere Anzahl nachgewiesen, und man kann wohl nicht mit Unrecht behaupten, dass es hier wie mit den Planeten kommen wird, dass man nämlich ihrer immer mehr entdecken wird. Es ist jedoch nicht nöthig, alle durch die chemische Analyse nachgewiesenen Elemente als wirkliche Elemente anzunehmen; denn man kann sich sehr wohl denken, dass aus den unendlich möglichen Combinationen der zwei Grundstoffe: Aether und Materie, alle sogenannten Elemente hervorgehen können.*) Stickstoff und Sauerstoff bilden in einem bestimmten Verhältnisse gemischt die atmosphärische Luft; in einem anderen Verhältnisse die Salpetersäure; in einem noch anderen die salpetrige Säure. Der verschiedene Zustand der Körper darf uns also nicht stutzig machen; denn zwei luftförmige Körper, Sauerstoff und Wasserstoff, bilden, wenn ein elektrischer Funke durchschlägt, eine tropfbare Flüssigkeit, das Wasser, und zwei in Contact gebrachte Flüssigkeiten liefern unter gewissen Bedingungen eine unzählige Menge von Salzen und festen Körpern jeder Art. Was nun die unwägbaren Flüssigkeiten

---

*) Tabelle der einfachen nicht metallischen Körper, oder der Metalloide.

1) Sauerstoff.	6) Tellur.	11) Phosphor.
2) Wasserstoff.	7) Chlor.	12) Arsenik.
3) Stickstoff.	8) Brom.	13) Bor.
4) Schwefel.	9) Jod.	14) Silicium.
5) Selen.	10) Fluor.	15) Kohlenstoff.

Tabelle der einfachen metallischen Körper, oder der Metalle.

1) Kalium.	17) Didym.	33) Antimon.
2) Natrium.	18) Mangan.	34) Uran.
3) Lithium.	19) Eisen.	35) Wolfram.
4) Baryum.	20) Chrom.	36) Molybdän.
5) Strontium.	21) Kobalt.	37) Vanadium.
6) Calcium.	22) Nickel.	38) Kupfer.
7) Magnesium.	23) Zink.	39) Quecksilber.
8) Aluminium.	24) Cadmium.	40) Silber.
9) Beryllium.	25) Zinn.	41) Gold.
10) Zirkonium.	26) Titan.	42) Platin.
11) Thorium.	27) Tantal.	43) Osmium.
12) Yttrium.	28) Niobium.	44) Iridium.
13) Erbium.	29) Pelopium.	45) Palladium.
14) Terbium.	30) Ilmenium.	46) Rhodium.
15) Cerium.	31) Blei.	47) Ruthenium.
16) Lanthan.	32) Wismuth.	

anbelangt, so betrachtet man die Analysis gewisser Erscheinungen, welche deren vier ergeben hat, mit Recht als einen Fortschnitt der Wissenschaft; aber kaum, dass man diesen Unterschied aufgestellt hat, so erschrecken die Forscher vor ihrem Werke und mit einem tieferen Blicke in die Geheimnisse der Natur einen sie das, was sie getrennt hatten, und erklären die Mehrzahl der Phänomene nur als verschiedenartige Aeusserungen eines und desselben Princips.

Seguin glaubte, wie wir bereits oben erwähnt haben, in der Bewegung des Aethers das den Abstand der Elementartheilchen der Körper Bestimmende erkannt zu haben, so dass diese Substanz das grosse Element nicht nur der Cohäsion, sondern auch der Affinität sein würde. Ebenso erzeugt derselbe, wenn er zwischen den Atomen sehr dichter Körper in bestimmten Verhältnissen vertheilt ist, die Erscheinungen des Erdmagnetismus. Allein man muss annehmen, dass unabhängig von der Dichtigkeit bei den natürlichen Magneten eine besondere Anordnung der Elementartheilchen stattfindet, welche sich nach äusseren Umständen richtet; denn nicht alle Eisenerze sind in gleichem Grade magnetisch, und im Marmor, Gold, Quecksilber und Platin, deren Elementartheilchen doch gewiss einander sehr nahe sind, trifft man keine Anzeichen von Magnetismus an.[147])

Manche Körper von geringerer Dichtigkeit und geringerer Festigkeit scheinen eine beträchtlichere Menge von Aether zu enthalten. Der zwischen ihren Elementartheilchen gelagerte Wärmestoff strebt sie von einander zu halten und wird für sie gewissermassen zur Centrifugalkraft. Diese Körper sind im Allgemeinen porös, leicht flüssig, leicht entzündlich, flüchtig. Unter solchen Verhältnissen ist die Materie, wenn sie einer intensiven Wärme ausgesetzt wird, immer zu Bewegung geneigt. Unsere Dampfmaschinen zeigen die ungeheure Kraft des concentrirten Wärmestoffes. Alle dichten Körper haben ein Streben zur Ruhe zu kommen und bewegen sich, wenn kein Hinderniss entgegensteht, in lothrechter Richtung nach der Oberfläche der Erde hin; umgekehrt trennen sich die Elementartheilchen, wenn in ihren Zwischenräumen der Aether angehäuft wird, mit Heftigkeit und steigen mitten in die Atmosphäre empor. Wenn gewisse Substanzen, z. B. Harze, glasige Körper, einige Metalle, von der Aetherflüssigkeit in grosser Menge durchdrungen werden, so werden sie fähig, elektrische Wirkungen zu äussern. Wenn einige Ströme dieses Fluidums sich von den Körpern trennen, so bilden sie jene feurigen Schlangen, welche sich durch die Wolken schlängeln, oder jene Tromben (Wasserhosen), welche ungeheuere Wassermassen zusammenziehen und emporheben, die dann wieder mit Gewalt zur Erde niederstürzen. Das Licht ist die sanfteste, wohlthätigste, stetigste von den Schwingungen des Aethers.

Der Aether lässt sich nicht als atmosphärische Luft im äusser-

sten Grade der Verdünnung ansehen, auch nicht als eine von den Kometenschweifen oder von den die Himmelsräume in allen Richtungen durchfliegenden unzähligen Meteoren im Weltenraume zurückgebliebenene fremdartige Materie; er ist zweifelsohne ein besonderer Stoff, welcher den unendlichen Weltenraum erfüllt, denn er bringt uns aus allen Gegenden des Universums das Licht der Gestirne. Pouillet sagt: „Wenn der Aether nicht im Wasser, im Glase, im Diamanten und in allen durchsichtigen Körpern enthalten wäre, so würden diese Körper die Lichtwellen nicht durchlassen; überdies wenn er nicht in den Zwischenräumen enthalten wäre, welche die Atome unserer materiellen Hülle von einander trennen, so würde das Licht auf uns keine Wirkung ausüben, die Wellen desselben könnten nicht in das Innere unseres Auges dringen und nicht zu dem in die Retina ausgebreiteten Sehnerven gelangen, welcher allein die zur Wahrnehmung der Lichtschwingungen erforderliche Empfindlichkeit besitzt.

Man muss annehmen, dass der Aether im allgemeinen, d. h. im sogenannten leeren Raume sich durchweg und stets in demselben Zustande befindet, also sich selbst identisch ist; denn wäre dem nicht so, so würden wir bisweilen in der Vertheilung und im Gange des Lichtes Verschiedenheiten wahrnehmen. Tritt der Aether aber in Beziehungen entweder zu den Himmelskörpern, oder zu ihren Atmosphären, oder zu den verschiedenen Gruppirungen der Materie, den Gasen, den tropfbaren Flüssigkeiten, den durchsichtigen festen Körpern, so bleibt seine Elasticität nicht mehr dieselbe und seine Schwingungen erleiden Aenderungen in Hinsicht ihrer Geschwindigkeit, ihrer Richtung und in ihren Eigenschaften überhaupt. Der Aether ist ein Stoff, welcher sich in fortwährender Bewegung befindet: die eine Bewegung ist sanft und ruhig, nämlich die, von welcher der Erdmagnetismus, die prächtigen Polarlichter, die zweifelhaften Erhellungen in manchen von keinem Himmelskörper erleuchteten Nächten abhängen; eine andere lebhaft; stetig, schnell, nämlich die, welche dem Sonnen- und Sternenlichte zu Grunde liegt; noch eine andere ist ungestümer, heftiger, schrecklicher, nämlich die, welche die Wärme, die Flamme, den Blitz, die Wasserhosen und vor Allem die unterirdischen Stürme, welche feurige Laven aus dem Innern der Erde heraustreiben und diese selbst durch die fürchterlichsten Erschütterungen zu bersten drohen, bedingt. Könnte nicht der glühende Zustand, in welchem sich die das Erdcentrum bildenden Theile befinden, eine der Ursachen der Rotationsbewegung oder wenigstens der Fortdauer der zu Anfang der Schöpfung ertheilten ersten Bewegung sein?

Die Körper wirken, wie wir bereits gesagt haben, im directen Verhältnisse ihrer Massen und im umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen auf einander ein. Für unseren bescheidenen Planeten ist die Sonne der grosse Motor, die reiche Quelle fast

aller physikalischen Erscheinungen. Da das Volumen dieses Gestirnes 1,500,000 mal grösser ist als das der Erde, so lässt sich die Energie einer solchen Wirkung leicht begreifen; allein wie soll man sich die andere Kraft vorstellen, welche der grosse Newton, dieser gewaltige Geist, nach jahrelangem Forschen schliesslich in dem Attractionsgesetze ausdrückte und fasste? [147]) Ohne sich anmassen zu wollen, das zu erklären, was seiner Natur nach vielleicht jenseits unseres Fassungsvermögens liegt, könnte man doch sich die Sonne als eine ungeheure elktromagnetische Maschine, oder vielmehr als das erste Element einer Säule, von welcher die Erde und die anderen Planeten das zweite Element bilden, vorstellen. Nach dieser Hypothese wäre der Aether nicht nur das Zwischenmittel, sondern vielmehr das active Mittel, durch welches mittelst verschiedener Schwingungen alle leuchtenden thermoelektrischen Phänomene zu Stande kämen. Diese Hypothese drängt sich so unwillkürlich auf, dass zwei anerkannte Naturforscher den Versuch gemacht haben, unter Anwendung besonderer photometrischer Hülfsmittel die Intensität des aus unseren Apparaten entwickelten Lichtes mit dem der Sonne zu vergleichen. Sie gewannen das interessante Resultat, dass, wenn man die Intensität des Sonnenlichtes zur Mittagszeit gleich 1000 setzt, durch 400 die des Lichtes einer Säule von 46 bis 48 Paaren mittlerer Grösse ausgedrückt wird.

Um die Erscheinungen des wärmenden Lichtes zu erklären, ist es nicht nöthig, die Sonne als eine brennende Kugel anzunehmen; diese Annahme scheint sogar aller Wahrscheinlichkeit zu entbehren: es genügt, dieselbe als ein positiv elektrisches Gestirn anzusehen, welches auf die negativ elektrischen Planeten und Kometen einwirkt.

Es ist also höchst wahrscheinlich, dass der Aether das geheime Band ist, welches zwei Atome in gleicher Weise zusammenhält wie zwei Gestirne. Je nach seinen verschiedenen Verhältnissen zeigt er sich bald als Licht, bald als Wärme, bald als Elektricität, bald als Magnetismus, bald als Bewegungsprincip, bald als Cohäsions- und Gravitationsprincip. Einige Naturforscher haben bereits „die Bewegung in einem Widerstand leistenden Mittel als die Bedingung und als die Ursache der allgemeinen Gravitation" angesehen. *) Da uns indessen nur einige Eigenschaften des Aethers bekannt sind, so würde es gewagt erscheinen, über das Wesen dieser Substanz selbst sich auszusprechen. Wir können nicht einmal sagen, ob derselbe ein Körper sei; auch findet sich in keiner der lebenden Sprachen auch nur ein Ausdruck, welcher das wiedergebe, was wir glauben, ihm zuschreiben zu müssen. Jedenfalls ist es rathsamer, den-

*) *Académie des sciences*, 30 juillet 1849.

selben als eine ganz eigene Substanz, als eines von den vier grossen Principien des Universums: 1) Materie, 2) Aether oder elektromagnetisches Licht, 3) Lebensprincip, 4) Geist oder Seele anzusehen. Darf man etwa mit dem Aether, diesem allgemeinen Agens bei den uns so sehr fesselnden Erscheinungen der Aussenwelt, das für synonym halten, was Pythagoras die Zahl nennt, oder Thales die Psyche oder das Bewegungsprincip, oder Plato und Aristoteles den Verstand, der sich aus sich selbst bewegt, oder die Lateiner *lux*, die Griechen *φῶς*, die Hebräer, avor? Die fortschreitende Wissenschaft würde uns somit zurückführen zu den alten Traditionen des Menschengeschlechts, zu jener unbestimmten und namenlosen Zeit, zu jenem Anfange, wo die Welt aus Nichts entstand, wo die Erschaffung des Lichtes, *lux*, *avor*, ein bestimmter Act in der materiellen Schöpfung wurde (*Dixitque Deus: Fiat lux, et facta est lux*), wo dies Licht die formlose und öde Erde, welche bis dahin weder Pflanzen noch Thiere trug, belebte, wo der allmächtige Wille Gottes das Urbild seines ewigen Gedankens in Zeit und Raum zur Erscheinung brachte.

Anmerkungen des Uebersetzers zum ersten Abschnitte.

1) Nach den Animisten ist es ein Grundsatz, dass das thätige Lebensprincip die mit Verstand und Willen begabte Seele ist. Jeder Krankheitsgrund ist hiernach in der Seele zu suchen. Z. B. Joh. Samuel Carl in seiner: *Praxeos medicae therapia generalis et specialis*. Hal. 1718. Vergl. auch Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft S. 600: „Nach Stahl ist das Leben geistiger Natur, und die Seele ist es, welche den Leib bildet."

2) Burdach's Physiologie I. §. 7.

3) *Plinii histor. natur.* XVI. c. 58.

4) *Harvey de generatione animalium. Lugd. Bat.* 1737.

5) Leeuwenhoeck machte seine ersten Entdeckungen 1675 und theilte dieselben unter dem 9. October 1676 der Academie der Wissenschaften zu London mit, welche den Brief 1677 in ihren Verhandlungen abdrucken liess. Da man seinen Grössenangaben keinen Glauben schenken wollte, so wies er 1676 und 1677 in besonderen Erläuterungen nach, dass in einem einzigen Wassertropfen nicht, wie er zuerst angegeben hatte, 100,000 lebendige Thiere, sondern 2,730,000 enthalten sein könnten. — Nach Ehrenberg giebt es messbar kleine Thierchen, namentlich Monaden und Panzermonaden, welche noch nicht $^1/_{2000}$ par. Linie gross sind und deren haarartige feine Bewegungsorgane nur etwa den 20. Theil ihrer Körperdicke haben.

6) Epistel Jacobi. Cap. IV. Vers 14.

7) In Beziehung auf die Schöpfung des Menschen sagt Ohm in: Die Dreieinigkeit der Kraft. Nürnberg 1856. Einleitung S. V. „Es kann uns ziemlich gleichgültig sein, wie der Mensch ins Dasein gerufen worden ist; — ob durch einen eigenen, neuen Schöpfungsakt Gottes, oder ob derselbe Allmächtige den Keim dazu bereits uranfänglich in seine Schöpfung gelegt hat, der nach und nach mit allem Uebrigen auf der Erde sich weiter fort entwickelte, bis endlich die Erde so weit ausgebildet war, dass die Bedingungen seines leiblichen Gedeihens und die Möglichkeit

der Entwickelung seines geistigen Lebens vorhanden war. In beiden Fällen hat ihn Gott, der Allmächtige, geschaffen; in beiden Fällen finden wir ihn, wie er historisch vorliegt, mit allen seinen geistigen Kräften, mit allen seinen Beziehungen zur Gottheit, namentlich mit seinem freien Willen, mit seiner Vernunft und mit seinem Glauben."

Erstes Capitel.

8) Vergl. Abschnitt II. Cap. 10.

9) Ueber das Zodiacallicht vergl. A. v. Humboldt's Kosmos I. S. 89, 142 ff. III. 587 ff. und die Monographie: Das Zodiacallicht von J. S. Julius Schmidt, Braunschweig 1856. Cassini stellte die Ansicht auf, dass die Sonne von einer im Sinne der Umdrehungsaxe derselben stark abgeplatteten, in der Ebene des Aequators weit ausgedehnten Atmosphäre umgeben sei, welche durch den Reflex der Sonnenstrahlen, wie unsere Atmosphäre die Dämmerung, den Schein des Zodiacallichtes erzeuge. Laplace machte darauf aufmerksam, dass schon in der Entfernung von $^9/_{20}$ der Distanz des Mercur die Centrifugalkraft der rotirenden Theile des Zodiacallichtes die Gravitation der Sonne überwinde. Deshalb gestaltete man Cassini's Ansicht dahin um, dass man sich den Raum, welchen das Zodiacallicht einnimmt, mit unendlich vielen, äusserst kleinen körperlichen Theilchen erfüllt dachte, die, das Sonnenlicht reflectirend, in ihrer Gesammtheit die scheinbare Gestalt des Schimmers in der Ecliptik repräsentiren. Schmidt kommt zu der Ansicht, dass die Nebelmaterie im Thierkreise wenigstens theilweise mit jener Materie für identisch zu halten sei, welche als widerstehendes Mittel den Lauf eines Kometen zu beschleunigen im Stande ist. — v. Humboldt hält die Meinung für die befriedigendste, nach welcher das Zodiacallicht aus einem dunstartigen, abgeplatteten, frei im Weltenraume zwischen der Venus- und Marsbahn kreisenden Ringe ausstrahlte.

10) Vergl. Abschnitt I. Cap. 14.

11) Vergl. Abschnitt III. Cap. 11.

12) Bouguer fand das Licht der Sonne gleich dem von 11664 Wachskerzen in 16 par. Zoll Entfernung; Wollaston (Poggendorff's Annalen Bd. XVI. S. 328) gleich dem von 5563 Kerzen in der Entfernung von einem englischen Fusse. Auf die Entfernung von einem engl. Fusse reducirt giebt Bouguer's Versuch 5774 Wachslichter. Das Mondlicht fand Bouguer 250000 bis 300000 Mal schwächer als das Sonnenlicht; John Michell 450000 Mal; Euler berechnete noch achtmal weniger; Wollaston 801072 Mal. Leslie fand nur 150,000.

13) Nach Struve 41549 geogr. Meilen à 7419 Meter mit einem wahrscheinlichen Fehler von höchstens 2 geogr. Meilen. Vergl. v. Humboldt's Kosmos Bd. III. S. 91; wobei jedoch zu bemerken, dass die da gegebenen geschichtlichen Notizen nicht ganz genau sind, wie aus Poggendorff's Ann. Bd. LXXXVIII. S. 538 u. Bd. LXXXIX. S. 352 erhellt.

14) Ueber Fizeau's Untersuchungen vergl. *Compt. rend.* T. XXIX. p. 90, Pogg. Ann. Bd. LXXIX. S. 167. Siehe auch: Einleitung in die höhere Optik von Beer. Braunschweig 1853. S. 3. Lehrbuch der Physik und Meteorologie von Joh. Müller. 5. Aufl. Bd. I. S. 410. Physikalisches Lexikon von Marbach. 2. Aufl. Art. Licht. Bd. IV. S. 517, welchen Artikel der Uebersetzer selbst bearbeitet hat. In der Sitzung des Instituts von Frankreich vom 9. Juli 1856 wurde Fizeau der grosse dreijährige Preis von 10000 Franken für seine Entdeckungen über die Verbreitung des Lichtes zuerkannt und bestätigt.

15) 8′ 13″,2 ist das Resultat Delambre's, nach v. Lindenau ist dasselbe 8′ 15″,7 und nach Struve 8′ 17″,78.

16) Legt man das Bode'sche Gesetz zu Grunde und 8′ 13″ für die Erde, so ergiebt sich für die Planetoiden im Allgemeinen eine Zeit von 0^h 23′ und für den Neptun, welchen der Verfasser nicht aufgenommen hat: 5^h 18′ 48″.

17) Der nächste Fixstern, α Centauri, ist von uns 4,38 Billionen Meilen entfernt und das Licht braucht, um zur Erde zu gelangen, etwa 3,3 Jahre. Für folgende Sterne sind diese beiden Bestimmungen folgende: 61 Cygni 10,7 Bill. M., 8 Jahr; Sirius 17,4 Bill. M., 13,1 J.; No. 1830 des Catalogs von Groombridge 17,7 Bill. M., 13,3 J.; t. Ursae maj. 30 Bill. M., 22, 5 J.; Arcturus 32 Bill. M., 24 J.; α Lyrae 19,3 Bill. M., 14,5 J.; Polaris 37,7 Bill. M., 28,3 J.; und Capella 87 Bill. M., 65 Jahre.

18) Das Gesetz ist von dem Niederländer Snellius entdeckt, und von Descartes (Cartesius) nur zuerst bekannt gemacht.

19) Beim Uebergange aus einem dichteren Mittel in ein dünneres, giebt es für den Einfallswinkel eine Grenze, wenn nämlich der Sinus des Brechungswinkels gleich der Einheit wird. Ist der Grenzwinkel überschritten, so tritt Reflexion statt der Refraction ein. Es ist dies gerade für manche meteorologische Erscheinungen, z. B. für die Luftspiegelung wichtig.

20) Dieser Versuch ist zuerst ausgeführt worden von v. Münchow, Professor zu Bonn.

21) Im Jahre 1852 hat Stokes (*Phil. Transact.* J. 1852 pt. 11. p. 463 bis 562; Poggend. Ann. Ergänzungsb. IV. oder Bd. XCb. S. 177—345; im Auszuge: Bd. LXXXVII. S. 480) besonders wichtige Untersuchungen über die Veränderung der Brechbarkeit des Lichts und über die Wirkung der jenseits des Violett liegenden unsichtbaren Strahlen mitgetheilt.

22) Ueber den Zustand, in welchem man sich den im Innern eines durchsichtigen Körpers enthaltenen Aether vorstellen muss, liegen drei verschiedene Hypothesen noch mit einander in Streit: entweder ist der Aether von den Molecülen des Körpers unzertrennlich und an sie gebunden, so dass er die Bewegung des Körpers theilt; oder der Aether ist frei und unabhängig, so dass er von den Bewegungen des Körpers gar nicht afficirt wird; oder nur ein Theil des Aethers ist frei, der andere aber an die Molecüle des Körpers gebunden und dieser nimmt allein an den Bewegungen des letzteren Theil. — Cauchy's Untersuchungen haben neuerdings eine wesentliche Erweiterung durch Beer erfahren, vergl. Poggend. Ann. Bd. XCI. S. 115, 268, 467 u. 561; Bd. XCII. S. 402 und 522.

Zweites Capitel.

23) Es ist dies das sogenannte Glühen der Alpen, vergl. Kämtz, Meteorologie III. S. 65.

24) Hierüber haben namentlich die Beobachtungen von Forbes Aufschluss gegeben, vergl. Poggend. Ann. XLVI. S. 349 und XLVII. S. 593.

25) Man unterscheidet bürgerliche und astronomische Dämmerung. Letztere fängt als Morgendämmerung an und hört als Abenddämmerung auf, wenn der Mittelpunkt der Sonne 18^0 unter dem Horizonte steht; erstere wird danach beurtheilt, ob man zur Verrichtung von häuslichen Arbeiten oder von Geschäften im Freien noch künstlicher Beleuchtung bedarf oder nicht. Die längere Dauer der Dämmerung in höheren Breiten hat darin ihren Grund, dass es wegen der starken Neigung der Sonnenbahn gegen den Horizont sehr lange dauert, ehe die Sonne 18^0 unter dem Horizonte steht. In grösserer Nähe am Aequator ist die Neigung geringer und unter dem Aequator selbst bildet die Sonnenbahn mit dem Horizonte einen rechten Winkel, weshalb die Sonne schneller den angegebenen Stand erreicht. Dies allein genügt jedoch noch nicht, sondern die Reinheit der Luft ist auch noch in Betracht zu ziehen.

26) Ueber das Funkeln der Sterne hat Montigny (*Bullet. de l'acad. des Sciences etc. de Belgique* T. XXII. p. 347; Instit. 1855, p. 399; vergl. Poggend. Ann. Bd. XCVIII. S. 620) eine neue Theorie aufgestellt, bei welcher er die Refractionen und Reflexionen der Lichtstrahlen in der Atmosphäre zur Grundlage nimmt. Seine Theorie hat mit der Arago'schen das gemein, dass sie das Funkeln von dem

unaufhörlichen Durchgange verschieden dichter Luftwellen durch die Bahn des vom Sterne ausgesendeten Lichtes und von dem durch diese Wellen herbeigeführten abwechselnden Verschwinden einzelner oder aller Farben, welche das Licht zusammensetzen, herleitet. Nur erklärt Arago das besagte Verschwinden durch Interferenzen, während Montigny die Ursache in totalen Reflexionen sucht. Welche Theorie die richtige ist, liesse sich nach Plateau's Vorschlage mittelst Beobachtungen an nahe bei dem Zenith stehenden Sternen entscheiden, wo die Refraction und Dispersion in der Atmosphäre unmerklich sind. Nach Montigny's Theorie könnten die durch die Luftwellen bewirkten totalen Reflexionen bei einem solchen Sterne nur Glanzveränderungen ohne Farbenveränderungen hervorbringen, während nach Arago's Theorie dazu kein Grund vorhanden ist. — Donati (*Il nuovo Cimento, Pisa.* II. p. 336) theilt mit, dass er Flimmern mit Farbenwechsel niemals in der Nähe des Zeniths beobachtet habe. Gleichwohl stimmt er Montigny nicht bei, sondern sucht die Ursache in dem Vorüberziehen von Luftschichten von wechselnder Durchsichtigkeit. Er ist der Ansicht, dass nach Montigny's Theorie öfter Doppelbilder der Sterne zu sehen sein müssten. — Zu S. 41—45.

27) Unbekannt war die Luftspiegelung nicht, durch Monge wurde nur der Gegenstand allgemeiner angeregt. In Deutschland hatten schon vorher Büsch (*Tractatus duo optici argumenti.* Hamb. 1783) und Gruber (Physikalische Abhandlungen über die Strahlenbrechungen. Dresden 1787) darüber geschrieben; ebenso war in Nordamerika am Erie-See das Phänomen schon beobachtet worden von Andrew Ellicot (*Transactions of the Amer. Phil. Society* T. III. p. 62. 1787). Den Seeleuten waren derartige Erscheinungen nicht unbekannt. Die deutschen Seeleute nennen das Phänomen Kimmung, die englischen Looming, die holländischen uppdracht, die französischen mirage, in Indien nennt man die Luftspiegelung Chittram, was Bild bedeutet, oder Sikota, d. h. Schlösser der kalten Zeit; bei den Arabern heisst sie Sehrab, d. h. geheimnissvolles Wasser, auch Bacher el Alfrid, d. h. See des Teufels, oder Bacher el Gazal; in Schottland hat man das Wort waif, was zittern bedeutet und mit dem deutschen waffeln verwandt scheint.

28) Meteorologie III. S. 87.

29) Gilbert's Ann. Bd. IV. S. 129 ff.

30) Ich selbst habe am 29. Juli 1855, nachdem Nachmittags ein starkes Gewitter gewesen war, Abends gegen 7 Uhr an der Sonne selbst eine Luftspiegelung beobachtet. Mein Schatten und der meiner Begleiter war doppelt und zwar so, dass über dem Kopfe noch ein zweiter Kopf sichtbar war; als wir uns umkehrten, erblickten wir zwei helle klare Sonnen vertical über einander, etwas über einen Sonnendurchmesser von einander abstehend. Vergl. Poggend. Ann. Bd. XCVIII. S. 642.

31) Fata Morgana bedeutet: Schlösser der Fee Morgana; morgana = marigena, die Meergeborene. An den Küsten Apuliens heisst die Lufterscheinung Lavandaja, die Wäscherin, weil die Erscheinung Regen bedeutet. Vergl. Gilbert's Ann. XII, S. 11.

32) Pouillet's Lehrbuch der Physik, bearb. von Müller, 4. Aufl. Bd. II. S. 730; auch Müller's kosmische Physik S. 266.

33) Dem Brockengespenste ähnlich sind die Erscheinungen, welche man öfter an hohen Gegenständen beobachtet, welche über eine Nebelschicht emporragen, wenn man selbst im Nebel sich befindet; z. B. auf dem Gensdarmenmarkte in Berlin sieht man dann bei niedrig stehender Sonne, also des Morgens, die Schatten der Thürme des Gensdarmenmarktes auf dem Nebel liegen, und dasselbe habe ich oft in Stettin an den vier Spitzen des Jacobithurmes beobachtet. Auch gehört hierher die Erscheinung, welche Georg Elliot bei einer Luftfahrt beobachtete. Er kam in eine Dunstschicht und erblickte unter sich einen zweiten Ballon, dessen Aeronaut alle seine Bewegungen nachmachte. Vergl. Physikal. Lexikon von Marbach, 2. Aufl. Art. Luftspiegelungen Bd. IV. S. 744; auch Art. Nebel in Bd. V. — Die Erklärungen der Luftspiegelung haben Gruber (s. No. 27.), Woltmann (Gilbert's

Ann. Bd. III. S. 388), Kries (ebend. Bd. LIII. S. 365) und am vollständigsten Biot (ebend. Bd. XLVII. S. 237) gegeben; auch die Schrift von H. W. Brandes: Beobachtungen und theoretische Untersuchungen über die Strahlenbrechung. Oldenburg 1807, ist sehr gründlich und umfassend.

---

34) 1. Buch Mosis, Cap. IX. V. 13.

35) Vergl. *Plinius, nat. hist.* II. 60. *Seneca, quaest. nat.* I. 3.

36) Ueber die Ansichten der Griechen und Römer vergl. *Ideler, Meteorologia veterum* p. 187.

37) Der Deutsche Theodorich aus Freiburg hat schon 1311 die wahre Theorie des Regenbogens gefunden. Antonio de Dominis, später Bischof zu Spalatro, wird meistens als der Erste angeführt, welcher die Bahn der Strahlen beim Regenbogen nachgewiesen habe; doch ist es höchst wahrscheinlich, dass er Theodorich's Abhandlung gekannt hat. (*Newton, Optice*, lib. I. prs. II. prop. IX.). Descartes scheint allerdings von dem Letzteren nichts gewusst zu haben; jedenfalls hat er zuerst den Versuch mit Glaskugeln angestellt. Newton gebührt aber das Verdienst, die Entstehung der verschiedenen Farben nachgewiesen zu haben. Eine sehr schöne graphische Darstellung findet sich in: Darstellende Optik von Engel und Schellbach. Tafel. 14. — Wir bemerken hier noch, dass der Hauptregenbogen durch die in der oberen Hälfte der Regentropfen einfallenden Lichtstrahlen nach einmaliger innerer Spiegelung entsteht, während der zweite, höhere Regenbogen den in der unteren Hälfte einfallenden Strahlen nach zweimaliger innerer Spiegelung seine Entstehung verdankt.

---

38) *Seneca, nat. quaest. lib.* I. cap. 2.

39) Fraunhofer und Brandes nennen die Kränze kleine Höfe zum Unterschiede von den eigentlichen Höfen, welches sie grosse Höfe nennen. Fraunhofer hat die Erscheinung der Kränze aus der Beugung des Lichtes an Dunstkügelchen am genauesten nachgewiesen. (Schumacher's astronom. Abhandl. Bd. III. S. 56). Die Grösse der Radien der Ringe ist übrigens von dem Durchmesser der Dunstkügelchen abhängig, und zwar werden die Ringe um so grösser, je kleiner diese sind.

40) Meteorologie III. S. 88 ff.

41) Gehler's phys. Wörterbuch. N. B. Bd. V. S. 444.

42) *Nova acta acad. Petrop.* T. VIII. p. 384. Vergl. Marbach's phys. Wörterbuch. 2. Aufl. Bd. III. S. 869. Art. Hof, bearbeitet von dem Uebersetzer.

43) Poggend. Ann. Ergänzungband. Bd. LXXII^b. S. 500; vergl. auch ebend. Bd. XLI. S. 128.

44) Zur Erklärung des Ringes von 22° sind Schnee- und Eiskrystalle nöthig, bei denen der Brechungswinkel 60° beträgt, die also eine regelmässige dreiseitige Grundfläche haben. Die Rechnung ergiebt dann einen Kreis von 21° 50′ im Mittel.

45) Brandes weist nach, dass es eine Lage der Eisprismen giebt, bei welcher mehrere Lichtstrahlen nahe unter sich parallel austreten und in das Auge unter einer Richtung gelangen, welche um 44° von der Sonne absteht; doch ist es ihm wahrscheinlicher, dass dieser Kreis durch sternförmige Eiskrystalle hervorgebracht wird, oder dadurch, dass die bereits einmal unter dem Minimum der Ablenkung durch ein Prisma gegangenen Lichtstrahlen nochmals durch ein zweites unter denselben Verhältnissen gehen, so dass also eine doppelt so grosse Ablenkung eintreten müsste. Bei sternförmigen Eiskrystallen würde dieser Vorgang in zwei Zacken nacheinander stattfinden. Fraunhofer und Eduard Schmidt (Fraunhofer in Schumacher's astronom. Abhandl. Bd. III. und Schmidt, analyt. Optik) nehmen sechsseitige Prismen an, die in eine sechsseitige Pyramide endigen, in welcher die zwei an der Spitze

gegenüberliegenden Flächen einen Neigungswinkel von 88° einschliessen. Fraunhofer kommt hierbei auf einen Kreis von 45° Halbmesser.

46) Den weissen Horizontalkreis hat schon Huyghens (*Dissertatio de coronis et parheliis in Op. posth. Lugdun. Batav.* 1703) durch Eiscylinder erklärt, die, mit ihrer Axe vertical schwebend, das Sonnenlicht wie verticale Spiegel reflectiren. Es kommt hierbei jedoch gar nicht auf die Form der Eisnadeln an, und prismatisch geformte können, wenn nur ihre Kanten vertical stehen, dasselbe bewirken. Ebenso hat den vertical durch die Sonne gehenden Kreis auch Brandes aus Reflexion an Eisnadeln, deren Kanten horizontal liegen, erläutert. Die Prismen haben vielleicht eine sehr kurze Axe, so dass beim Fallen die Grundflächen vertical werden. Kämtz und Fraunhofer haben das Phänomen auf Lichtbeugung zurückzuführen gesucht. — Das Kreuz wurde am 25. März 1853 in Nürnberg beobachtet.

Drittes Capitel.

47) Es geschieht dies mittelst einer auf einer Glasscheibe ausgebreiteten dünnen Schicht von Collodium (in Schwefeläther aufgelöster Schiessbaumwolle), auf welcher man ein negatives Bild erhält, durch das man beliebig viele positive Bilder auf präparirtem Papiere gewinnen kann. — Die Collodiumschicht lässt sich nach neueren Ergebnissen sogar von der Glasscheibe abziehen.

48) Moser's Untersuchungen in Poggend. Ann. Bd. LVI. S. 177 und 569; LVII. S. 1; LVIII. S. 105; LIX. S. 155 und 391; LX. S. 40 und 48.

49) Plutarch in der Schrift *de placit. philosoph.* IV. 13 sagt: „Demokrit und Epikur meinten, dass nach Maassgabe von Eindringungen von Bildern das Sehen sich begebe; andere nach Maassgabe des Eindringens von Strahlen, welche, nachdem sie den Gegenstand getroffen haben, zum Sehorgane zurückkehren." Ueber Demokrit ist auch zu vergleichen Diogenes Laert. 9 §. 44. und über Epikur derselbe 10. §. 49 und Mucritius IV. 210—239.

Viertes Capitel.

50) Jedenfalls verlangt jede Pflanze einen ihrer Natur gemässen Grad der Lichtintensität. Manche Pflanzen gedeihen nur im Schatten: z. B. Monotropa, Lathraea squamaria, Epipactis Nidus avis, Corallorhirza innata, Limodorum abortivum u. s. w.; manche Pflanzen, namentlich Moose, wachsen am liebsten in Höhlen, z. B. Trochostega osmundacea, Minium androgynum; viele Schimmelarten leben sogar im Innern anderer Pflanzen oder Pflanzentheile z. B. in Früchten.

51) Es ist dies das Chlorophyll, welches der die Pflanzentheile grün färbende Stoff ist und wahrscheinlich zu den stickstofffreien Verbindungen gehört, welche eine grosse Menge von überschüssigem Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten.

52) *Le Candolle, Physiologie végétale* III. p. 1070. Wird die Mimosa ununterbrochen der Wirkung des Lichtes ausgesetzt, so öffnen und schliessen sich zwar die Blätter noch, aber in rascherer Weise, gewissermassen wie im Fieberzustande.

53) Nach Berthold Seemann (Allg. Gartenzeitung 1853. Jahrg. XXI. S. 38) ist der Pflanzenschlaf sogar in den Nordpolregionen nicht suspendirt, wenn die Sonne auch nicht untergeht. Naht sich der Abend, d. h. erhebt sich die mitternächtliche Sonne nur noch wenige Grade über den Horizont, so nehmen die Blätter an der Ruhe Theil, welche, wie es scheint, zur Existenz des animalischen und vegetabilischen Lebens nothwendig ist. — Auch der Mensch hält den langen Tag in den arktischen Gegenden nicht aus und sehnt sich nach der Unterbrechung desselben durch die Nacht, vergl. Kane in *The Athenaeum* 1853 p. 1583 und Capitain

Beechey in seiner *Voyage of discovery towards the Nord Pole in* 1818, Froriep, ärztliche Hausfr. 1854. S. 703.

54) Woher kommt es aber, dass bei Fiebern gerade nach Sonnenuntergang in der Regel die Steigerung eintritt? — Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Reizbarkeit der Nerven vergl. W. Marmé und Jac. Moleschott in: Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere 1856. Bd. I. S. 15—51. Sie fanden namentlich, dass im Lichte aufbewahrte Frösche eine grössere Reizbarkeit der Nerven und höhere Leistungsfähigkeit der Muskeln besitzen, als solche, die unter sonst ganz gleichen Verhältnissen den Einfluss des Lichtes entbehrten. — Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Menge der vom Thierkörper ausgeschiedenen Kohlensäure vergl. Jac. Moleschott in: Wittelshöfer's Wiener medicinischen Wochenschrift 1855. N. 43. — Aus Froriep's ärztl. Hausfr. 1853. S. 373—376 fügen wir noch hinzu, dass Watson, Director der Taubstummenanstalt in London, beobachtet hat, dass aus dunklen Wohnungen mehr taubstumme Kinder kommen, als aus hellen. Nach James Willie kamen in Petersburg dreimal mehr Erkrankungen auf der Schattenseite einer Kaserne vor, als auf der Lichtseite desselben Gebäudes. Linné zählt in seiner Lachesis Lapponica die beständige Einwirkung des Sonnenlichtes als eine der Ursachen auf, welche eine Sommerreise in den höheren nördlichen Breiten so besonders gesund und kräftigend machen.

55) Unsere Obstbäume sollen, wenn sie nach Australien versetzt werden, noch einige Jahre um die Zeit unseres Frühlings blühen, dann aber ihre Blüthezeit so verändern, dass sie in den dortigen Frühling fällt.

Fünftes Capitel.

56) Im Deutschen halten wir leider diese beiden Begriffe nicht immer streng auseinander, sondern brauchen Wärme sowohl für die Ursache, als die Wirkung.

57) Die Flüssigkeiten verhalten sich nur dann als schlechte Wärmeleiter, wenn in ihnen keine Bewegung eintritt; durch Erwärmung von unten, oder Abkühlung von oben findet dies jedoch statt und dann sind sie gute Wärmeleiter. Man nennt die unter diesen Umständen eintretende Wärmemittheilung wohl auch Mittheilung durch Bewegung.

58) Die meiste Beweiskraft für eine auch den Wärmephänomenen zu Grunde liegende Wellenbewegung, wie dies bei der Vibrationstheorie des Lichtes angenommen wird, haben die Inflexionserscheinungen. Dass bei der Wärme eine solche ebenfalls stattfindet, hat zuerst Knoblauch 1846 (Poggend. Ann. Bd. LXXIV. S. 9) experimentel nachgewiesen; denn Matteucci's frühere Versuche verdienen kein Vertrauen (ebenda: Bd. XXVII. S. 462; XXXV. S. 558; XXXVI. S. 537). Gleichzeitig mit Knoblauch gelang der Nachweis auch Fizeau und Foucault (ebenda: Bd. LXXIII. S. 462) und später fügte A. Seebeck (ebenda: Bd. LXXVII. S. 474) noch entscheidende Beobachtungen hinzu. Vergl. den von dem Uebersetzer bearbeiteten Art. Inflexion in Marbach's physik. Wörterb. 2. Aufl., desgl. Art. Polarisation der Wärme.

59) Das Produkt aus der specifischen Wärme und dem Atomgewichte ist nach Petit und Dulong constant 0,3731; nach Regnault hingegen 0,385 bis 0,430.

60) Wahrscheinlich ist das Rose'sche Metallgemisch (2 Theile Wismuth, 1 Theil Blei und 1 Theil Zinn), welches schon bei 94° C. schmilzt, gemeint; denn dies dehnt sich von 0—35° R. aus, zieht sich dann bis 55° R. wieder zusammen, und dehnt sich über dieser Temperatur wieder aus. — Auch Mitscherlich's Beobachtung hätte hier Erwähnung verdient, nach welcher bei Krystallen, die nicht in das tesserale System gehören, die Ausdehnung in der Richtung der kleineren Axen bedeutender ist, als in der der grösseren. Beim Kalkspathe vermindern sich sogar die grösseren Axen. (Poggend. Ann. Bd. I. S. 125 und X. S. 137.)

61) S. das 16. Capitel dieses Abschnittes.

62) Auch das Umgekehrte ist wahrscheinlich, dass alle Körper durch Temperaturerniedrigung (und verstärkten Druck) fest werden. So ist es Thilorier (Poggend. Ann. Bd. XXXVI. S. 141) gelungen, Kohlensäure nicht nur tropfbarflüssig, sondern auch fest zu machen.

63) Es war dies 1823 (Gilbert's Ann. Bd. LXXIV. S. 269; Schweigger's Journ. der Chemie u. Phys. Bd. XII. S. 62), und die Erscheinung veranlasste zu ihrer Erklärung die Annahme einer besonderen, der sogenannten katalytischen Kraft.

64) Hubert und Bory de St. Vincent fanden auf Isle de France an Arum cordifolium 25° bis 30° über die Lufttemperatur, nämlich 44° und 49° bei 19° in der Luft. Göppert beobachtete an Arum Dracunculus 13,5° über der Lufttemperatur; Sennebier 7° an Arum maculatum. Auch an Caladium pinnatifidum, welches ebenfalls zu den Aroideen gehört, fand H. Schultz eine um 5° höhere Temperatur. Es erwärmt sich namentlich der Theil des Kolbens, welcher die Staubgefässe trägt, und nach de Candolle hat diese Erscheinung ihren Grund in einer vermehrten Aufnahme des Sauerstoffs der Luft.

65) Vergl. auch *Seneca*, *quaest. nat.* II. cap. 22.

66) Vergl. Schweigger, Einleitung in die Mythologie auf dem Standpunkte der Naturwissenschaft. 1836.

67) Ueber die Brütapparate von Carlo Minasi zu London und über künstliches Ausbrüten der Eier von de Frarière finden sich Mittheilungen in Dingler's polytech. Journ. Bd. CXXXV. Hft. 3. S. 219 und 222. Hiernach ist der Erfolg am günstigsten, wenn man die Eier vorher ein paar Tage natürlich, d. h. von der Mutter hat bebrüten lassen. Die Mutter setzt die Eier fortwährend in Bewegung und ölt diese hierdurch mittelst eines thierischen Oeles, welches die Schaale bald durchdringt. Dadurch soll das dünne Häutchen auf der inneren Seite der Schaale conservirt werden und nicht eintrocknen. Durch das Eintrocknen dieses Häutchens aber würde eben das Auskriechen erschwert und so der Tod des Jungen herbeigeführt.

68) Die künstliche Fischzucht war in Hannover und Lippe bereits im vorigen Jahrhunderte bekannt und wahrscheinlich war der Lieutenant Jacobi zu Hohenhausen der Erfinder, da sich von ihm in dem Hannover'schen Magazin vom Jahre 1763 eine Abhandlung über diesen Gegenstand findet. Nach anderen Nachrichten soll Jacobi das Verfahren von einem Fischer im Lippe'schen kennen gelernt haben. 1827 brachte der Oberförster Märtens zu Schieder die künstliche Forellenzucht zur Ausführung, und 1837 führte sie der Hofjäger Schmietgen bei Detmold ein. Vergl. Agronomische Zeitung 1854. No. 9. — In der Augsburger Zeitung 1852. No. 311 S. 4966 reklamirt C. Vogt in Genf die Priorität der künstlichen Vermehrung der Fische. Für wissenschaftliche Zwecke scheint sie zuerst von Rusconi in Pavia ausgeführt zu sein, und erst später (1837) von Vogt zu Neuenburg. Vergl. *Embryogénie des Salmes*. 1842. — Nach der Zeitschrift Cosmos Bd. III. S. 3. sollte Coste's Anstalt in Hüningen in Verfall sein; doch beabsichtigte derselbe (Dingler's polytechn. Journ. CXXXI. S. 159) in der Nähe von Basel eine grossartigere anzulegen.

69) Ehrenberg (das organische kleinste Leben über dem ewigen Schnee der höchsten Centralalpen. Berichte der Berliner Acad. 1853. S. 315 — 333) hat aus den Materialien, welche ihm zu Gebote standen, 97 bis 98 Species organischer Verhältnisse in der Schneeregion nachgewiesen. Ebenso hat derselbe (Organisches Leben in grossen Meerestiefen — 10000′ und 10800′, sogar 12000′ Tiefe — Sitzung der Berliner Gesellsch. für Erdkunde am 4. Februar 1854) 86 Arten unterschieden, welche in der Tiefe des Meeres unter einem Drucke von 360 Atmosphären gestanden hatten. Da sich beim vorsichtigen Auflösen der kleinen Kalkschaalen durch verdünnte Salzsäure zurückbleibende gallertartige Körper von gleicher Form ergeben, so ist hiermit die Möglichkeit organischen Lebens in so ungeheurer Meerestiefe erwiesen, während man früher ein solches nur bis 300′ Tiefe für möglich hielt. — Vergl. Gumprecht, Zeitschr. für allgem. Erdkunde 1845. II. S. 176. — Bailey in Westpoint, New-York, hat sogar aus einer Tiefe von 16200′ in der Nähe der Kurilen Meeresschlamm erhalten und hier die organischen Stoffe vorwiegend gefunden. Mit

Bailey's Ansicht, dass die Organismen aus höheren Regionen abgelagert seien, ist Ehrenberg deshalb nicht einverstanden, weil die Organismen des Meeresgrundes nicht denselben Arten angehören, welche in geringeren Tiefen des Meereswassers ungefähr in derselben Gegend sich vorzugsweise finden. (Sitzung der Berliner geographischen Gesellschaft am 5. Juli 1856 in Naumann's Zeitschr. für allg. Erdkunde Jahrg. 1856. S. 119.)

Sechstes Capitel.

70) *Plinius, nat. hist.* lib. XXXVII. cp. 11 u. 12.

71) Kosmos I. S. 191.

72) *Ann. de chim. et phys.* T. XXII. XXXVI.

73) Um diese thermoelektrischen Erscheinungen hat sich namentlich Hankel Verdienste erworben, vergl. Poggend. Ann. XLIX. S. 493; L. S. 237, 471, 605; LIII. S. 620, LVI. S. 37.

74) Aus dem Ohm'schen Gesetze folgt und die Erfahrung bestätigt es, dass die Stromstärke nur dann mit der Anzahl der Elemente steigt, wenn der Widerstand in der Schliessung so bedeutend ist, dass man gegen ihn den Widerstand in den Elementen vernachlässigen kann; ist hingegen der Widerstand in der Schliessung so unbedeutend, dass man ihn gegen den Widerstand in den Elementen vernachlässigen darf, so liefern mehrere Elemente keine grössere Stromstärke als ein einziges Element.

75) Ampère brachte die Oersted'sche Beobachtung unter folgende einfache Regel: der Beobachter denke sich selbst oder eine kleine menschliche Figur innerhalb des Schliessungsdrahtes so, dass der positive Strom bei den Füssen ein- und am Kopfe austritt; ist dann das Gesicht der Magnetnadel zugekehrt, so erscheint ihr Nordende stets nach der linken Seite abgelenkt.

76) Das von Ampère entdeckte Gesetz der Einwirkung elektrischer Leiter auf einander lautet: Zwei parallele Schliessungsdrähte ziehen einander an, wenn der elektrische Strom in beiden nach derselben Richtung fliesst; sie stossen sich einander ab, wenn die Ströme in ihnen entgegesetzte Richtung haben.

Siebentes Capitel.

77) *Seneca, nat. quaest.* II. cap. 21 u. 22.

78) Ausser Pouillet haben auch Armstrong, Faraday, Reich, Riess, und Gaugain Versuche angestellt, durch welche sie im Ganzen zu demselben Resultate gelangten, dass die bei der Verdampfung allerdings mehrfach vorkommende Elektricität nicht von dem Verdampfungsprocesse selbst, sondern von begleitenden Umständen herrühre, z. B. von Reibung oder von Berührung mit chemisch leicht angreifbaren Metallen. Später hat Buff (Annal. der Chem. und Pharmac. LXXXIX. S. 203 — 214) sich auch mit dieser Frage beschäftigt und gefunden, dass der Verdampfungsprocess an sich keine Quelle der Elektricität ist, dass aber der Dampf die Elektricität, welche der Flüssigkeit durch irgend welche Elektricitätsquelle mitgetheilt ist, mit sich nimmt. Vergl. Liebig und Kopp, Jahresbericht für 1854. S. 239.

Ueber die während des Vegetationsprocesses vorgehenden elektrischen Verhältnisse hat Riess Versuche angestellt, aber Pouillet's Ergebnisse nicht bestätigt gefunden. Donné beschäftigte sich mit demselben Gegenstande, dann Wartmann und Becquerel. Buff hat in den Versuchen der Letzteren den Einfluss fremdartiger Elemente nachgewiesen, und (Annal. d. Pharmac. von Wöhler und Liebig. 1854. LXXXIX. S. 76 — 89.) gelangt bei seinen Versuchen zu dem Resultate, dass die (unversehrten) Wurzeln und alle (durch Schnitte oder sonst wie blossgelegten) innern mit Saft erfüllten Theile der Pflanzen sich in einem dauernd negativ elektrischen Zustande befinden, während die feuchten oder befeuchteten Aussenflächen der

frischen Zweige, Blätter, Blumen und Früchte dauernd positiv elektrisch sind (indem nämlich der Strom innerhalb der Pflanze oder des Pflanzentheils von erstgenannten zu letztgenannten Theilen geht) dass die elektromotorische Kraft, welche diese elektrische Ausscheidung bewirkt, äusserst gering ist, mit dem Vegetationsprocesse unmittelbar in keinem Zusammenhange steht und nur von dem chemischen Gegensatze des Wassers zu den Pflanzentheilen abhängig ist. Vergl. Liebig und Kopp a. a. O. S. 241.

Ueber die Elektricitätsentwickelung durch den Verbrennungsprozess haben ausser Pouillet entscheidende Resultate geliefert: Hankel und Buff, dann auch Grove, Matteucci, Gaugain und Becquerel. Vergl. Liebig und Kopp a. a. O. S. 243.

79) Vergl. Kämtz, Meteorologie II. S. 402. — Ausführliches über Luftelektricität in Marbach's phsy. Wörterbuche. 2. Aufl. Art. Luftelektricität Bd. IV. S. 684 ff. Besonderes Vertrauen verdienen Dellmann's Beobachtungen: Poggend. Ann. LXXXVI. S. 524, 536 u. LXXXIX. S. 258.

80) Arago's sämmtliche Werke, deutsch von Hankel. Bd. IV. S. 126.

81) *Seneca, nat. quaest.* I. cap. 1.

82) *Caesar, de bello Afr.* cap. 47.

83) Vergl. Anmerk. No. 80., a. a. O. S. 121.

84) Ueber das Geschichtliche des St. Elmsfeuers, namentlich in Bezug auf die christliche Zeit, handelt Piper in Poggend. Ann. Bd. LXXXII. S. 317. Er findet in dem St. Elmsfeuer eine Beziehung auf einen Bischof Erasmus aus dem 4. Jahrhunderte.

Achtes Capitel.

85) Arago's Schrift „über das Gewitter" bildet die erste Hälfte des vierten Bandes der deutschen Bearbeitung von Arago's sämmtlichen Werken. Herausgegeben von Hankel. Leipzig 1854.

86) *Plinius*, *hist. nat.*, II. cp. 52 und Plutarch in der Schrift über den Aberglauben.

87) Es geschieht dies hier zum Theil mit solcher Regelmässigkeit, dass man sich, wie Caldcleugh erzählt, in manchen Gegenden Brasiliens nicht wie bei uns zum Kaffee oder Thee einladet, sondern vor und nach dem Gewitter. Vergl. Dove, meteorologische Untersuchungen. Berlin 1837. S. 53.

88) Nach Schübler, Kämtz und Dove ist die Elektricität nicht Ursache, sondern eine Folge der Gewitterbildung. Wo die Bedingungen eines raschen Hervortretens von Niederschlägen in der Atmosphäre gegeben sind, da werden sich Gewitter bilden. Dove findet diese Bedingungen in denjenigen Winden, welche die grössten Temperaturdifferenzen zeigen. Vergl. den von dem Uebersetzer bearbeiteten Artikel: Gewitter in Marbach's physik. Wörterbuche 2. Aufl. Bd. III. S. 560, namentlich S. 600.

89) Pouillet, Lehrbuch der Physik, bearbeitet von Müller, 4. Aufl. Bd. II. S. 745.

90) Vergl. Art. Gewitter a. a. O. unter No. 88 und zwar S. 599.

91) Kämtz (Meteorologie II. S. 435) bringt das Rollen des Donners mit Interferenzen der Schallwellen in Verbindung.

92) Meteorologie II. S. 468, vergl. Anmerk. No. 88.

93) Vergl. Anmerk. No. 97.

94) *Seneca*, *quaest. nat.* II. cp. 31.

95) Wafer war Dampier's Wundarzt.

96) Ueber den Schwefelgeruch, welcher Blitzschläge begleiten soll, ist man noch sehr getheilter Ansicht. Schon bei Homer geschieht des eigenthümlichen

Geruchs bei Blitzschlägen Erwähnung. (Mohr in Poggend. Ann. XCI. S. 625.) Boussingault (Poggend. Ann. Bd. LXVIII. S. 448) erklärt, dass es ihm nie gelungen sei, ungeachtet er häufig Gelegenheit gehabt hat, ganz in seiner Nähe Blitzschläge zu erleben, einen Schwefelgeruch wahrzunehmen. Auch Raschig (Gilb. Ann. Bd. XXI. S. 204) spricht sich in gleicher Weise aus. Wo sich ein besonderer Geruch beim Blitzschlage zeigt, ist es jedenfalls derselbe, welcher auch bei Elektrisirmaschinen bemerkt wird, und der nach Schönbein im Ozon seinen Grund hat. Vergl. über Ozon Abschn. I. Cap. 11 gegen Ende desselben. Nach Gilbert's Annal. XV. soll 1803 der Blitz in einen Teich zu Nordheim bei Göttingen eingeschlagen und das Wasser einen Schwefelgeschmack angenommen haben.

97) Ueber die Einwirkung des Blitzes auf die Bäume handelt Cohn in: Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur 1853. S. 1 — 16. Er kommt zu folgenden Resultaten:

1. Der Blitz springt auf einen Baum entweder an der höchsten Stelle oder unterhalb des Gipfels an irgend einem hervorragenden Punkte über.

2. Seine Eintrittsstelle bezeichnet der Blitz durch gewaltsame Zerschmetterung, Abbrechen von Aesten, Absprengen von Holz- und Rindensplittern.

3. Nach Durchbrechung der Rinde wird der Hauptstrom der Elektricität in der gut leitenden Cambiumschicht (Zwischenschicht zwischen Splint und Bast) abgeleitet; die hierdurch sich entwickelnde Erwärmung verdampft augenblicklich die in den Cambiumzellen enthaltene Flüssigkeit ganz oder zum Theil; der gespannte Dampf wirft die Rinde mit der daranhängenden Bastschicht ganz oder in einzelnen Fetzen oder Streifen ab, deren Bruchstücke bis 50 Schritte im Umkrise fortgeschleudert werden.

4. Die Richtung der abgelösten Rindenstreifen bezeichnet nicht die Bahn des Blitzes, sondern die Stellen, in denen die Rinde der Explosion den geringsten Widerstand leistet.

5. Ein Nebenstrom der Elektricität geht durch den schlechter leitenden Holzkörper, der dadurch in der Richtung seiner leichtesten Spaltbarkeit zerspringt, wahrscheinlich in Folge einer plötzlichen Austrocknung durch Verdunstung des Saftes.

6. Die Spalten im Holzkörper verlaufen entweder parallel den Markstrahlen oder senkrecht auf diesen, parallel den Jahresringen, oder gleichzeitig in beiden Richtungen; daher wird der Stamm bald in parallele Latten, bald in concentrische Holzcylinder, bald in dünne Fasern oder Splitter zerspällt.

7. Da die meisten Baumstämme in Folge einer besonderen Art des Wachsthums schraubenförmig gedreht sind, so verlaufen auch die durch den Blitz herbeigeführten Spalten des Holzkörpers und die abgesprengten Rindenstreifen oft spiralig um den Stamm.

8. Die in einen Baumstamm durch den Blitz übergegangene Elektricität tritt entweder noch über der Erde unter Feuererscheinung wieder heraus, oder sie wird durch die Wurzeln in den Boden abgeleitet, wobei die Erde oft aufgeworfen, die Wurzeln selbst gespalten und ans Licht emporgehoben werden.

9. Häufig tödtet der Blitz die Bäume, auch wenn äusserlich nur unbedeutende Verletzungen sichtbar sind; in vielen Fällen überlebt jedoch der Baum den Blitzschlag und die von ihm verursachten Wunden werden später überwallt.

10. Ob Bäume durch den Blitz entzündet oder nur verkohlt werden, ist noch nicht entschieden.

11. Alle Bäume können vom Blitze getroffen werden, gewisse Arten, z. B. Eiche, Pappel, jedoch besonders häufig.

12. Die Wirkungen des Blitzes scheinen bei allen Bäumen gleich zu sein und die Unterschiede in den einzelnen Fällen mehr von der Intensität des Strahles, als von der specifischen Natur des Baumes abzuhängen.

98) Die Amaurose ist eine mit Erweiterung der Pupille und Verlust der Contractilität derselben verbundene Blindheit.

Neuntes Capitel.

99) Es ist hier wohl Reimarus, Arzt in Hamburg, gemeint, der im vorigen Jahrhunderte viele, jetzt noch geschätzte Schriften über den Blitz schrieb, z. B. die Ursache des Einschlagens vom Blitze. Langensalza 1769; vom Blitze, Hamburg 1778; Neuere Bemerkungen vom Blitze, Hamburg 1794.

100) Kämtz, Meteorologie II. S. 439.

101) In Art. Gewitter des Marbach'schen phys. Wörterb. 2. Aufl. Bd. III. S. 581 habe ich noch einige Fälle angeführt, welche gegen die Regel der französischen Academie sprechen.

102) Arago a. a. O. S. 320.

103) Nach Josephus (s. Arago a. a. O. S. 313) wollte der Architekt durch diese zahlreichen Spitzen die Vögel abhalten, sich auf das Dach niederzulassen und dasselbe zu verunreinigen. — Die Bundeslade wird mit Beziehung auf Moses II. cap. 25 ff.; III. cap. 9 u. 10; IV. cap. 16 von manchen Seiten auch für einen elektrischen Apparat erklärt.

104) Arago a. a. O. S. 280.

105) Dove (Meteorologische Untersuchungen S. 71) sagt: „Den Artilleristen ist bekannt, dass durch heftiges Kanoniren mancher Schlachttag, welcher düster anbrach, sich aufgehellt, manches Manoeuvre sonnenhell geendet, welches trübe begonnen." An der angezogenen Stelle spricht er davon, dass sich der Wasserdampf an den in der Luft herumschwebenden Staub- und Rauchtheilchen condensire und niederschlage.

Zehntes Capitel.

106) *Silliman*, *Amer. Journ. of Sc. et Arts*, XXXIII. 1838, p. 394; vergl. Untersuchungen über thierische Elektricität von E. du Bois-Reymond, Berlin 1848. Bd. I. S. 19.

107) Arago a. a. O. S. 374 — 376. Das Wesentlichste bestand darin, dass ein Mädchen im sogenannten magnetisch erregten Zustande die Pole des Magnets durch das Gefühl zu unterscheiden vermochte. Als ihr ein leeres Futteral eines Magnetstabes hingehalten wurde, machte sie doch ihre Angaben und wurde als Betrügerin entlassen. Reichenbach sucht in seiner Schrift: „der sensitive Mensch und sein Verhalten zum Od" die Ehre des Mädchens durch seine Odtheorie zu retten.

108) Bennet's Betrachtungen über die Natur, v. Titius Bd. II. S. 109, vergl. auch Bd. I. S. 322. Anmerk. 2.

109) Die umständliche Beschreibung in: *Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée*. Vol. I. p. 83 — 87, und *Relation historique*. T. II. p. 173—190.

110) Erdl hat (München, gel. Anz. 1846. No. 179) das Organ von *Gymnarchus niloticus* beschrieben: sehr zartwandige, häutige Röhrchen, ungefähr dreimal so dick als Nervenprimitivröhrchen, die aus hintereinander gereihten langgezogenen Zellenabtheilungen zusammengesetzt sind. — Kölliker (Berichte von der königl. zootom. Anstalt zu Würzburg, 1849 S. 10—12) hat *Mormyrus longipennis* an in Weingeist aufbewahrten und von Rüppel herrührenden Exemplaren untersucht. An dem äusserst einfach gebauten, aus einer länglichen Kapsel mit vielen Scheidewänden versehenen, elektrischen Organe liess sich soviel mit Bestimmtheit erkennen, dass jedes Organ von einem zarten Nerven versorgt wird, und dass in jede Scheidewand ein dem blossen Auge noch sichtbarer Nervenfaden eintritt. — Bilharz (Götting. Anzeiger 1853. Nachr. No. 9. S. 134—136) hat den elektrischen Nil-

fisch *Malapterus* untersucht. Der das elektrische Organ versorgende Nerv besteht aus einer einzigen Primitivfaser, die sich in ebenso viele Aeste und Zweige theilt, als Nervenäste und Zweige in das elektrische Organ eindringen. Die von der Bauart der elektrischen Organe der übrigen Zitterfische abweichende unregelmässige Anordnung des ausgedehnten Organs stellt eine continuirliche Gallertmasse dar, die in verschiedenen Richtungen einerseits von Sehnenfasern, andererseits von baumförmigen Verzweigungen der Gefässe und Nerven durchsetzt wird. Diese Beobachtungen bestätigt Kölliker am *Malapterus* s. Verhandl. der phys. med. Gesellschaft in Würzburg 1853. S. 102—103.

111) Die vollständigste geschichtliche Darstellung der Erfahrungen über das Gesetz der Zuckungen, wie überhaupt über den Einfluss der Richtung des Stromes in den Nerven auf die Grösse der Erregung ist enthalten in: E. du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. S. 303—408.

112) Unter Tetanus versteht du Boys-Reymond a. a. O. Bd. II. S. 33 stets den Zustand einer anhaltenden, heftigen Zusammenziehung eines Muskels, gleichviel ob getrennt vom Körper oder noch an demselben befindlich, und gleichviel auf welche Weise dieselbe herbeigeführt wurde; unter Tetanisiren jedes Verfahren, wodurch ein Muskel augenblicklich in diesen Zustand versetzt werden kann.

113) Nobili hat den Strom vom Ursprunge nach der Ausbreitung den rechtläufigen, „*corrente diretta*, *courant direct*," den entgegengesetzten, den rückläufigen, verkehrten, „*corrente inversa*, *courant inverse*" genannt. Da diese Bezeichnungen jedoch den Sinn, den sie für die Bewegungsnerven haben, für die der Empfindung, welche hierbei gleichfalls zur Sprache kommen, einbüssen; so hat du Bois-Reymond a. a. O. Bd. I. S. 305 dieses mit aufsteigendem, jenes mit absteigendem Strome wiedergegeben, indem er das Hirnende des Nerven als das oben, das Muskelende als das unten auffasst. — Nach dem Monatsberichte der Berliner Acadamie 1852, 15. März S. 111 hat du Bois-Reymond ferner gezeigt, dass am Menschen wie am Frosche im Allgemeinen zwei Hautstellen nicht zum Kreise geschlossen werden können, ohne dass ein Strom entstehe. Als Umstände, durch welche symmetrisch, d. h. auf beiden Seiten des Körpers gelegene Hautstellen mit einander elektromotorisch wirksam werden, ergeben sich 1) ungleiche Temperatur; 2) ungleiche Dauer der Benetzung mit der Zuleitungsflüssigkeit; 3) ungleicher Dehnungszustand der Haut; 4) Verletzung einer Hautstelle. Hierzu kommt, nach Monatsbericht 1853. Januar. S. 76—122; 5) ungleiches Schwitzen. Die Stelle, welche im natürlichen Zustande verbleibt, ist negativ.

114) Vergl. du Bois-Reymond a. a. O. Bd. I. S. 345 ff.

115) Die erste Beobachtung derartiger Phänomene machte Parrot 1811 (Grundriss der theoretischen Physik), dann fand M. W. Fischer 1812 (Gilbert's Ann. Bd. LXXII. S. 300) etwas Aehnliches, und hierauf berichtigte und erweiterte Magnus 1827 (Poggend. Ann. Bd. X. S. 160) diese Beobachtungen. Dutrochet scheint allerdings die Beobachtungen von Fischer und Magnus nicht gekannt zu haben. Er führte die Bezeichnungen Endosmose und Exosmose ein. Vergl. Marbach's phys. Wörterb. 2. Aufl. Bd. II. S. 940. Art. Exosmose und Endosmose.

116) Duchenne (Arzt zu Boulogne) hat neuerdings der *Académie de médecine* mitgetheilt, dass er Folgendes gefunden hat: 1) Der Strom erster Ordnung, auch ursprünglicher Strom (*extracourant*) genannt, erregt die Retina nicht so heftig, wie der zweiter Ordnung; 2) dieser, d. h. der Strom, welcher unter Einfluss des vorigen im Spiraldrahte entsteht, wirkt mit grosser Energie auf die Haut ein; 3) dieser Strom zweiter Ordnung dringt am tiefsten unter die Haut in die Geflechte hinein; 4) er ruft auf stärkere Weise die reflexen Wirkungen der Muskeln hervor, und seine Macht ist weniger bedeutend, wenn das Gebilde des Muskels vom Geflechte eines Organs vollständig umgrenzt und beschränkt wird. Demnach muss der Arzt solchen Instrumenten den Vorzug geben, welche beide Arten von Strömen

hervorzubringen vermögen. Er wird den Strom erster Ordnung gebrauchen bei Lähmungen der Gesichtsmuskeln, der Augenkugeln, des Gehirns, bei Atrophien u. s. w., den zweiter Ordnung aber bei Gefühllosigkeit der Haut, Lähmung der Retina, der tiefliegenden Muskelmassen etc. — Zur Anwendung in der Medicin empfiehlt sich besonders Ruhmkorff's Inductions-Apparat, worüber wir auf die Schrift: Ruhmkorff's Inductions-Apparat und die damit anzustellenden Versuche, deutsch von Bromais und Bockelmann, Frankfurt a. M. 1857, namentlich Seite 149 ff. verweisen.

Elftes Capitel.

117) Nach *Compt. rend.* 1852. Vol. XXXV. p. 427 fand Barral im Regenwasser in einem Jahre (Juli 1851 — 30. Juni 1852) 12 Pfund Stickstoff auf den preuss. Morgen, nämlich $6^2/_3$ Pfund im Zustande von Salpetersäure und $5^1/_3$ Pfund im Zustande von Ammoniak. Die Ammoniakmenge nahm in den Monaten ab, wo die Salpetersäuremenge zunahm. Bei Gewittern nimmt die Salpetersäuremenge zu. Nur im Februar, März, April und Juni fand sich die Stickstoffmenge im Zustande von Salpetersäure etwas geringer, als im Zustande von Ammoniak. Chlor ergaben sich auf den Morgen 6 Pfund, nämlich 9,87 Pfund Kochsalz. Jod fand sich nur im Regenwasser des Juni, und zwar nur 0,6 Gran auf den Morgen. — Diese Resultate bestätigten Barral's neuere Versuche (*L'Instit.* 1853. Jan. p. 35) im Allgemeinen. — Zu vergl. ist übrigens Abschnitt II. cp. 1 u. Abschnitt III. cp 1.

118) Baumert suchte (Poggend. Ann. Bd. LXXXIX. S. 38—55) zu zeigen, dass das durch Elektrolyse des Wassers erhaltene Ozon eine höhere Oxydationsstufe des Wasserstoffs ist, nämlich Wasser = HO, Wasserstoffsuperoxyd = HO_2, elektrolytisches Ozon = HO_3, während das durch Hindurchschlagen elektrischer Funken durch trockene Luft erhaltene Ozon eine wasserstofffreie allotropische Modification des Sauerstoffs ist. Andrew's will indessen gefunden haben (*Philos. Transact.* 1856. *Inst.* 1856, p. 163; Poggend. Ann. Bd. XCVIII. S. 435), dass auch das durch Elektrolyse des Wassers dargestellte Ozon keinen Wasserstoff enthält, sondern nur eine Modification des gewöhnlichen Sauerstoffs ist. Nach demselben ist das Ozon, auf welche Weise es auch dargestellt wird, immer eine und dieselbe Substanz und zwar Sauerstoff in einem allotropischen Zustande. Baumert's Rechtfertigung in Poggend. Ann. Bd. XCIX. S. 88. — Versuche von Kletzinsky (Wiener medic. Wochenschr. 1853. S. 217) machen es wahrscheinlich, dass das Ozon gegen Vergiftung mit Alkohol, Blausäure u. dergl. als Antidot wichtig werden wird. — Ueber Ozongehalt der Luft hat neuerdings Berigny zu Versailles Versuche angestellt (*Instit.* 1855. p. 325; *Compt. rend.* XLI. p. 426), ebenso der Verein für wissenschaftliche Heilkunde in Königsberg (Pharmac. Centralbl. 1855. S. 812; Wiener Acad. Bericht. XVII. S. 191.).

Zwölftes Capitel.

119) *Plinius, hist. nat.* XXXIV. cap. 42.

120) Vergl. v. Humboldt. Kosmos I. S. 194.

121) Ueber das Historische s. v. Humboldt, Kosmos II. S. 293 ff.

122) Vergl. ebenda II. S. 372.

123) Poggend. Ann. Bd. XVI. S. 563; vergl. Marbach's phys. Wörterb. 2. Aufl. Art. Licht. Bd. IV S. 480 u. Art. Magnetismus Bd. IV. S. 760.

124) Vergl. Anmerk. 75 zu Cap. 6.

125) Arago's sämmtliche Werke, deutsche Ausg. IV. S. 109.

126) Zwischen den Polen eines kräftigen Hufeisenmagnets stellen sich die paramagnetischen Körper axial, d. h. parallel mit der Linie, welche die beiden

Pole verbindet, die diamagnetischen aber äquatorial, d. h. senkrecht zu jener Linie. Neben Faraday hat Plücker in Bonn sich um den Diamagnetismus besondere Verdienste erworben.

Dreizehntes Capitel.

127) Vergl. v. Humboldt, Kosmos II. S. 375.

128) Die Franzosen nennen den am nördlichen Ende der Magnetnadel liegenden Pol „Südpol" und den südwärts liegenden „Nordpol," weil sie es für naturgemässer halten, den im Norden der Erde liegenden magnetischen Erdpol „Nordpol" und den im Süden der Erde liegenden „Südpol" zu nennen. Wir haben indessen es für zweckmässiger gehalten, die in Deutschland gebräuchliche Bezeichnung beizubehalten.

129) Vergl. v. Humboldt, Kosmos II. S. 316 ff. — Die Declinations-Variationen haben die gleiche Periode, wie die Sonnenflecke, vergl. Lamont in Poggend. Ann. Bd. LXXXIV. S. 572 und LXXXVI. S. 88, desgl. Wolf im Monatsbericht der Berl. Acad. 1852. November. S. 616.

130) Robert Norman wird gewöhnlich als Entdecker der Inclination angeführt, aber er hat nur zuerst (1576) ein Inclinatorium construirt. Der Entdecker der Inclination ist Georg Hartmann, Vicar der St. Sebalduskirche zu Nürnberg im Jahre 1543. Vergl. Dove's Repertorium der Physik. Bd. II. S. 129.

131) James Clark Ross begleitete seinen Oncle Sir John Ross auf der Expedition, welche dieser 1829 — 1833 auf Kosten des Londoner Alderman Sir Felix Booth in den arctischen Ocean machte. Die eine Halbinsel erhielt hierbei nach dem Absender der Expedition den Namen Boothia Felix. Sir John Ross starb am 30. August 1856 als Rear-Admiral. Sir James Clark Ross leitete die Expedition in den antarktischen Ocean in den Jahren 1839 — 1843.

Vierzehntes Capitel.

132) Vergl. v. Humboldt's Kosmos I. S. 204.

133) Der Verfasser hat die Krone des Nordlichts nicht erwähnt. Bei einer starken Strahlenentwickelung nämlich schaaren sich endlich die Strahlen um den Punkt des Himmelgewölbes zusammen, welcher der Richtung der Neigungsnadel entspricht. Es bildet sich hier eine prächtige Lichtkuppel. Die Krone dauert nur wenige Minuten, bildet sich selten vollständig und mit ihr hat das Nordlicht seine Intensität verloren; denn nun werden die Strahlen seltener, kürzer und farbenloser. Die Krone und alle Lichtbögen brechen auf. Bald sieht man am ganzen Himmelsgewölbe unregelmässig zerstreut nur breite, blasse, fast aschgrau leuchtende, unbewegliche Flecke; auch sie verschwinden früher als die Spur des dunklen rauchartigen Segments, das noch tief am Horizonte steht. Vergl. von Humboldt's Kosmos Bd. I. S. 201.

Capitain James Ross hat übrigens die durch Experimente bestätigte Theorie aufgestellt, dass das Nordlicht durch das von den Eisfeldern der Polargegenden in die Atmosphäre reflectirte Sonnenlicht entstehe und künstlich hervorgebracht werden könne. Der verstorbene Altonaer Astronom Schumacher unterstützte diese Theorie wissenschaftlich, Arago bekämpfte dieselbe in einem mit demselben geführten Briefwechsel. Neuerdings haben sich jedoch mehrere von der französischen Regierung nach Hammerfest im nördlichen Norwegen abgesandte Naturforscher für diese Theorie günstig ausgesprochen, wie aus den Mittheilungen über die vom 10. bis 15. September 1855 in Belfast abgehaltene Versammlung des englischen Vereins zur Verbreitung der Wissenschaften hervorgeht. Vergl. auch Instit. 1855. No. 1143. S. 412. Ross sagt daselbst: „Auf unserer letzten Reise in den Polargegenden 1850 und 1851 haben wir nie ein einziges

gefärbtes Eisgebirge gesehen, alle waren gelblichweiss und im nächsten Winter zeigte das Nordlicht dieselbe Farbe."

Nach Rankins Beobachtungen (*Philos. Magaz.* 1852. December) muss man freilich folgern, dass das Licht der Nordlichter nicht von Eiskrystallen reflectirt wird, da er nie eine Spur von Polarisation entdecken konnte; wogegen jedoch anderwärts (Poggend. Ann. XLIX. S. 292) behauptet wird, es sei homogenroth und polarisirt. Auch bleibt die doch nicht zu läugnende Beziehung zum Erdmagnetismus unerledigt. — Das geschichtete elektrische Licht dürfte über das Nordlicht Aufschluss geben.

Funfzehntes Capitel.

134) *Plinius, hist. nat.* lib. XXXVI. cap 25.

135) Vergl. K. Sprengel, Geschichte der Arzneikunde Bd. IV. S. 340 ff. — desgl. IV. S. 367.

136) J. C. Scaliger (*Exercitationes* 334) erzählt von einem gascognischen Edelmanne, *qui phormingis sono audito statim ad urinam reddendam vellicabatur*, und der, als er einstmals Jemanden in einer Gesellschaft aufgezogen hatte, dadurch dafür büssen musste, dass dieser heimlich einen Spielmann auftreten liess.

137) Reimarus, über die Triebe der Thiere, 2. Ausg. 1762. Cap. X. §. 135. S. 336 und Anhang §. 25. S. 56. — Voigt, Lehrbuch der Zoologie 1835. Bd. II. S. 10 sagt: „Die Ursache dieser grossen alljährlichen Ortsveränderung ist keine andere, als dass diese Thiere einen ihrer Natur angemessenen Brüteplatz und milderes oder kühleres Klima suchen. Deshalb wäre ich selbst nicht abgeneigt, diese Naturerscheinung zur Unterstützung der neuerlich mit vielen gewichtigen Gründen in Anregung gebrachten Hypothese einer in der Vorzeit veränderten Erdaxe anzusehen." (?)

Sechzehntes Capitel.

138) Pouillet, Lehrbuch der Physik, bearbeitet v. Müller. 5 Aufl. Bd. I. S. 1.

139) Abhandlungen der Berliner Academie 1838. S. 59 und in den Infusionsthieren. S. 170. Ein Cubikzoll soll 41000 Millionen von *Galionella distans*, und über 1 Billion 750000 Millionen von *Galionella feruginea* enthalten.

140) Vergl. v. Humboldt's Kosmos Bd. I. S. 149.

141) Ebend. Bd. I. S. 155.

142) Vergl. Mädler, Astronomie S. 426. Marbach's phys. Wörterbuch. 2. Aufl. Art. Fixstern Bd. III. S. 233.

143) An die Stelle des Newton'schen Gravitationsgesetzes hat Pohl ein allgemeines Grundgesetz der kosmischen Bewegungen zu setzen gesucht, s. Pohl, Grundlegung der drei Keppler'schen Gesetze, Breslau 1845. Er stellt folgende Gesetze auf:

1. In jeder einzelnen Bahn verhalten sich die Geschwindigkeiten des rotatorischen Antriebes umgekehrt wie die zugehörigen Drehungsradien. (Grund des 2. Keppler'schen Gesetzes.)

2. In je zwei verschiedenen Bahnen erhalten sich dieselben Geschwindigkeiten in sich entsprechenden Punkten umgekehrt wie die Quadratwurzeln der dazu gehörigen Drehungsradien. (Grund des dritten Keppler'schen Gesetzes.)

3. Die ursprünglich bedingte Kreisbahn gestaltet sich, durch die alternirende

Prävalenz des attractiven und repulsiven Effects zwischen diametralen Gegenpunkten, von der individuellen Gegenthätigkeit des Planeten oder Kometen aus, im Conflict mit der universellen, zur Ellipse. (Grund des ersten Keppler'schen Gesetzes.)

144) Bei der Wiederkehr des Halley'schen Kometen 1835 hatte Rosenberger in Halle auf die Wirkung des widerstehenden Aethers bei seiner Berechnung Rücksicht genommen und den Eintritt des Kometen in das Perihelium am genauesten bestimmt, wodurch das Dasein eines solchen Mittels eine neue Stütze gewinnt.

145) Poggend. Ann. Bd. LXXXI. S. 442 und LXXXII. S. 124.

146) Ebend. Bd. XVII. S. 405.

147) Fast in jedem Gesteine, welches Zeichen feuriger Einwirkung zeigt, findet sich Magneteisenstein, z. B. im Basalt, Granit, Urkalkstein, Dolomit u. s. w. Vergl. Poggend. Ann. Bd. LXXXVIII. S. 322.

ZWEITER ABSCHNITT.

Von dem Wasser.

ERSTES CAPITEL.

Einleitende Betrachtungen.

Von dem Wasser in qualitativer Hinsicht.

In einem meteorologischem Werke muss man nach unserer Ansicht auf ein genaueres Studium des auf der Oberfläche des Erdballes befindlichen Wassers eingehen, ebenso wie in der Physik und Astronomie die Geologie nothwendig ein einleitendes Capitel ausmachen sollte. Denn das Meer bedeckt, wie wir weiter unten sehen werden, den grössten Theil des Erdsphäroids und wird in Folge der auf seiner ganzen Oberfläche stattfindenden Verdunstung die Hauptquelle des Regens; ausserdem übt dasselbe einen beständigen und regulirenden Einfluss auf die Temperatur aus. „Aus der Kenntniss der gegenseitigen Einwirkung von Luft, Meer und Land ergiebt sich, wie v. Humboldt sagt,[1]) dass grosse meteorologische Phänomene, von geognostischen Betrachtungen getrennt, nicht verstanden werden können. Die Meteorologie, wie die Geographie der Pflanzen und Thiere haben erst begonnen einige Fortschritte zu machen, seitdem man sich von der gegenseitigen Abhängigkeit der zu ergründenden Erscheinungen überzeugt."

Thales, der berühmte Stifter der jonischen Schule, betrachtete das Wasser als das wichtigste Element. Nach diesem Philosophen war es früher als alles Andere vorhanden, und war die Materie, aus welcher Alles entstand. Obgleich diese Lehre mit derjenigen der

Stoiker scheinbar in grossem Widerspruche steht, nähert sie sich derselben doch in manchen Beziehungen.

Seneca*) sagt: „Wir glauben, dass wenn die ganze Welt in Flammen aufgehen würde, jedes Ding auf seine ihm eigenthümliche Substanz zurückgeführt werde, und dass, wenn die Flammen in der ganzen Natur erloschen sind, nichts als Wasser übrig bleibt. In diesem Wasser liegt dann der Keim zu einer künftigen Welt. Das Feuer ist somit das Princip, welches die Welt zerstört, das Wasser das, welches sie wiedergebiert."

Das Wasser ist kein einfacher Körper, kein Element, wie man im Alterthume nach der von den Aegyptern entlehnten Lehre des Empedokles glaubte. Jetzt weiss Jedermann, dass es dem Raume nach aus 2 Theilen Wasserstoff und 1 Theile Sauerstoff, oder dem Gewichte nach aus 88,9 Theilen Sauerstoff und 11,1 Theilen Wasserstoff zusammengesetzt ist. Diese Zusammensetzung ist unveränderlich, wie Lavoisier gezeigt hat, indem er Wasserdampf durch einen in einem Ofen bis zur Rothgluth erhitzten Flintenlauf streichen liess, wobei der Sauerstoff sich mit dem Metalle zu Oxyd verband, während der freigewordene Wasserstoff in einer pneumatischen Wanne unter einer Glocke aufgefangen wurde. Ausserdem wird das Wasser noch zersetzt durch Phosphor, durch die blosse Einwirkung der Wärme, durch elektrische Schläge und durch die Voltasche Säule, in welchem letzteren Falle der Wasserstoff am negativen, der Sauerstoff am positiven Pole ausgeschieden wird. Im Jahre 1783 wiesen Lavoisier und Laplace die Zusammensetzung des Wasser auf synthetischem Wege nach und zeigten, dass das Wasser, welches sie durch Durchschlagen eines elektrischen Funkens aus einer genau bestimmten Quantität Wasserstoff und Sauerstoff erhielten, dem Gewichte nach genau mit den verbrauchten Gasen übereinstimmte.

Bei der Temperatur von $18^3/_4{}^0$C. wiegt 1 Quart destillirtes Wasser $78^2/_9$ Loth.[2]) Die Physiker haben dasselbe für andere Flüssigkeiten als Einheit bei Vergleichungen angenommen. Sein Gewicht beträgt 850mal mehr als das der Luft. Im Alterthume glaubte man, dass sich die Güte des Wassers aus dem Gewichte desselben beurtheilen lasse, und hatte dazu eine besondere Wage construirt, welche Hydroskop hiess (Synesius). Nach Bergmann ist das specifische Gewicht für verschiedene Arten Wassers folgendes:

Destillirtes Wasser . . .	1,000.
Sehr reines Quellwasser .	1,001 bis 1,005.

*) *Quaest. nat.* lib. III. cp. 13.

Flusswasser . . .	1,010.
Meerwasser . . .	1,012 (1,036. Thomson).
Sumpfwasser . . .	1,102.

Versuche von Canton, Parkins, Dessaigne und Oersted haben die Zusammendrückbarkeit des Wassers ausser Zweifel gestellt. Nach Oersted entspricht dem Drucke einer Atmosphäre eine Raumverringerung von 0,000045; Parkins schätzt dieselbe auf 0,000048 für je eine Atmosphäre; la Bèche auf 0,0000513. Letzterer behauptet, dass es in Folge des starken Druckes in der Tiefe der Meere keine lebenden Wesen geben könne.[3])

Nach Hope und Moll liegt das Dichtigkeitsmaximum des Wassers bei 3,°089 und 4,°44 C. Bekommt das Meerwasser diese Temperaturen, so muss es bis auf den Boden niedersinken, steigt dann aber wieder zur Oberfläche empor, weil es dort durch die eigene Wärme der Erde erwärmt wird. Das Wasser besitzt die Eigenschaft, sich bei Temperaturerhöhung auszudehnen und bei Temperaturerniedrigung zusammen zu ziehen, nicht in der Weise wie die Mehrzahl der Körper und namentlich die Flüssigkeiten, sondern zeigt hierbei eine merkwürdige Anomalie. Bringt man nämlich ein mit Wasser von 10 Grad gefülltes Gefäss, auf dessen Grunde und an dessen Oberfläche sich sehr empfindliche Thermometer befinden, in einen Raum von einer Temperatur unter 0,°, so sieht man anfangs den unteren Theil sich schneller abkühlen als den oberen, da die kälter werdenden Theilchen, weil sie schwerer werden, auf den Grund niedersinken; allein so wie ein gewisser Temperaturgrad erreicht ist, tritt gerade das Gegentheil ein, indem dann die Oberfläche schneller sich abkühlt, als der Grund, was nur daraus erklärt werden kann, dass die noch kälter werdenden Theilchen leichter sind. Wiederholte Versuche haben ergeben, dass das Maximum der Dichtigkeit bei 4,°44 liegt, und dass dieselbe über und unter dieser Temperatur geringer wird, so dass sie bei 0 und 10° ziemlich dieselbe ist. Man nimmt an, dass in der Nähe des Gefrierpunktes schon eine besondere Lagerung und Aenderung in den Elementartheilchen vorgeht, wodurch ein grösseres Volumen bedingt wird.

Das destillirte Wasser ist unter allen Sorten am reinsten; am nächsten kommt demselben das Regenwasser, welches jedoch fast immer etwas Salpetersäure enthält. In Berührung mit atmosphärischer Luft absorbirt das Wasser Luft im Verhältniss von 5 zu 100; aber die absorbirte Luft ist anders zusammengesetzt, indem sie statt 21 Theilen Sauerstoff 32 und statt 79 Theilen Stickstoff 68 enthält, so dass mithin das Wasser eine grössere Verwandtschaft zum Sauerstoffe, als zum Stickstoffe hat.

In der Schrift des Hippokrates: „Von der Luft, den Wassern und Klimaten“ kommt die Frage nach dem Luft-

gehalte, als einer Sache, von welcher die Güte des Wassers wesentlich bedingt ist, gar nicht vor; Aristoteles spricht zuerst davon in seinen *Quaestiones physicae*. Aulus Gellius (Noctes Atticae) und Macrobius (Saturnalia) führen die betreffende Stelle an.[4]) Der Letztere macht, indem er von den Nachtheilen des Schneewassers spricht, darauf aufmerksam, dass es sowohl warm als kalt getrunken schädlich ist, und hierbei sagt Macrobius: „Es ist nicht blos die Kälte, welches es der Gesundheit schädlich macht. Aristoteles hat die wahre Ursache hiervon gefunden, indem er zeigte, dass jedes Wasser einen gewissen Luftgehalt besitzt, wodurch es eben der Gesundheit zuträglich wird, und dass es diese Luft verliert, sobald es durch Frost und Kälte zusammengezogen sich zu verdichten beginnt. Schmilzt es dann wieder durch die Sonnenwärme, so fehlt gerade der Theil, welcher der Gesundheit am zuträglichsten ist, da er verflüchtigt ist. So hat der Schnee, welcher nichts Anderes als in der Luft gefrorenes Wasser ist, den feinsten seiner Theile verloren, indem sich der feste Körper bildete, und daher kommt es, dass man den Keim zu verschiedenen Krankheiten legt, wenn man Schneewasser trinkt." (*Saturnalium* lib. VII.)

Wodurch wird die Aufnahme der atmosphärischen Luft von dem Wasser bewirkt? Nicht durch das blosse Verwandtschaftsverhältniss zwischen diesen beiden Stoffen, sondern der Druck der atmosphärischen Säule ist vielmehr die Hauptursache; denn im leeren Raume nimmt das Wasser auch nicht ein Atom Sauerstoffgas auf, während Thenard gezeigt hat, dass es unter gewöhnlichen Umständen sich mit einer Quantität desselben vereinigen kann, welche der chemisch mit dem Wasser verbundenen gleich kommt. Man begreift überdies, warum der Luftgehalt nicht in allen Wassersorten derselbe ist, da ja der atmosphärische Druck je nach der Höhe verschieden ist. Boussingault hat nachgewiesen, dass ein Quart Wasser, welches am Meeresspiegel 40 Theile Luft einschliesst, im San-Franzisco-Strome, in der Nähe von Santa-Fé de Bogota in 8400 Fuss Höhe, nur deren $13^3/_4$ enthält.

Das Licht wird vom Wasser zum Theil reflectirt; die in dasselbe eindringenden Strahlen werden aber stark gebrochen und dem Einfallslothe zugelenkt. Reines Wasser ist ein weniger guter Leiter der Elektricität, aber durch einen Gehalt von festen Stoffen oder einer Säure wird die Leitungsfähigkeit gesteigert. Geht ein elektrischer Strom von grosser Stärke durch Wasser, so wird es gehoben und weggeschleudert.

Das Wasser ist im reinen Zustande, wie im salzigen, ein schlechter Wärmeleiter;[5]) bei Erwärmung dehnt es sich aus und unter 28 Zoll Barometerstand kocht es bei einer Temperatur von 100°, geht in den luftförmigen Zustand durch seine ganze Masse hindurch über

und nimmt dann einen 1698mal grösseren Raum ein. Wird der entstandene Wasserdampf gesammelt und wieder verdichtet, so zeigt sich, dass das Wasser hierbei keine Veränderung in seiner chemischen Zusammensetzung erlitten hat. Wir bemerken übrigens, dass das Wasser, wenn man nur den Druck der Luft vermindert, bei jeder Temperatur kochen kann, denn vermindert man den Druck unter der Luftpumpe bis auf $2^1/_4$ Linie, so fängt sogar das gefrorene Wasser zu kochen an. Umgekehrt steigt der Siedepunkt bei Erhöhung des Luftdruckes, wie denn derselbe selbst bei 200 Grad im Papin'schen Topfe noch nicht einmal erreicht ist.

Wird das Wasser hinreichend abgekühlt, so gefriert es und wird fest, wobei die absorbirte Luft entweicht und die in demselben aufgelösten Salze ausgeschieden werden. In ruhigem Zustande gefriert es leichter, als bei starker Bewegung; eine leichte Erschütterung ist jedoch dem Festwerden günstig. Man sollte erwarten, dass es bei einer Temperatur unter 0° sofort fest würde; allein der Grad seiner Reinheit bedingt wohlzubeachtende Verschiedenheiten. Blagden hat gefunden, dass gekochtes destillirtes Wasser bis auf — 6,°16 abgekühlt werden kann, ohne zu gefrieren, während ungekochtes nur bis zu — 3,°5 flüssig bleibt. Gewöhnliches Wasser wird bald bei — 2,°5, bald bei — 1° fest; ist es mit schlammigen Theilchen beladen, so gefriert es bei 0°. Blagden schliesst aus diesen Ergebnissen, dass das Wasser um so tiefer unter Null abgekühlt werden kann, ohne zu gefrieren, je reiner es ist.[6])

Nach Mairan nimmt das Eis einen Raum ein, der um $^1/_{14}$ grösser ist, als der desselben Quantums destillirten Wassers, nach anderen um $^1/_{20}$, weshalb dasselbe auf dem flüssig gebliebenen Wasser schwimmen muss.[7]) Diese Erscheinung hat man dem zuschreiben wollen, dass die Luft bei der Eisbildung entweicht; jedoch ist dies wohl nicht richtig, vielmehr scheint die Krystallbildung die Ursache der Volumenvergrösserung zu sein, indem die Molecule Prismen mit Winkeln von 60° und 120° bilden. Die Volumenzunahme bei der Eisbildung erfolgt mit solcher Kraft, dass bei einem Versuche, welchen die Academiker zu Florenz anstellten, eine goldene Kugel, deren Widerstand auf 200 Centner geschätzt wurde, zersprang, als man in ihr Wasser gefrieren liess. In strengen Wintern sehen wir selbst Felsen durch die Wirkung des in ihren Spalten eingeschlossenen Wassers zersprengt werden, und darauf bezieht sich wohl auch der gewöhnliche Ausdruck: „Es ist eine Kälte zum Bersten."

Man hat Eis bis auf — 50° kalt gefunden. Schon vorher kann man es pulverisiren, wobei man ein trockenes Pulver erhält. Es lässt sich wie Glas schneiden und poliren; auch ist es wie dieses durchsichtig. In den Polargegenden gebraucht man es ebenso wie

Glas, sogar Gefässe macht man daraus. Bisweilen bekommt das Eis einen ausserordentlichen Grad von Dauerhaftigkeit. Zu Petersburg baute man in einem strengen Winter aus Eis einen Saal von 52 Fuss Länge, 16 Fuss Breite, 20 Fuss Höhe, in welchem man eine ganze Nacht tanzte. Man trieb es sogar noch weiter: man schnitt aus Eis sechs Kanonen, lud sie auf gewöhnliche Weise und schoss mit ihnen, ohne dass sie zersprangen, auf ein in einer Entfernung von 60 Schritt aufgestelltes Brett, welches in Stücke flog. Ferner hat man aus Eis Brenngläser gemacht, die sehr kräftig wirkten. Gefrorene Flüsse und Meeresarme gestatten nicht nur den Uebergang von Fussgängern, sondern auch von Lastwagen. Einer der Feldherren des Mithridates bot der Reiterei der Barbaren eine Schlacht an auf dem gefrorenen Mäotischen See. Karl X. ging 1658 über das Eis des kleinen Beltes, um die Dänen anzugreifen. In dem Feldzuge von 1795 ging die französische Cavallerie im Galopp über die gefrorene Fläche der Zuydersee und am 3. Februar sah man die Husaren und die reitende Artillerie die bei Texel vor Anker liegende holländische Flotte nehmen.

Wenn das Wasser fest wird, verliert es eine grosse Menge Wärme, wie man dies beim Löschen des Kalkes sehr deutlich wahrnimmt; umgekehrt verbraucht das Eis beim Schmelzen sehr viel Wärme. Wäre es nicht so, so würde alles Eis bei einer Temperatur von 1^0 schmelzen. Mischt man rasch ein Pfund Wasser von 0^0 mit einem Pfunde Wasser von 77^0, so erhält man das Mittel aus beiden Temperaturen, nämlich $38{,}^05$; bringt man aber 1 Pfund Eis von 0^0 und 1 Pfund Wasser von 77^0 zusammen, so erhält man 2 Pfund flüssiges Wasser von 0^0. Man schliesst hieraus, dass das gefrorene Wasser 77^0 Wärme absorbirt, um in den tropfbarflüssigen Zustand überzugehen. Black hat diese Wärme des Wassers von 0^0 latente oder gebundene Wärme genannt.[8])

Plinius in seiner *Historia naturalis* und Seneca[9]) in seinen *Quaestiones naturales* haben mehrere allgemein verbreitete Fabeln über wunderbare Eigenschaften des Wassers von Quellen und Flüssen aufbewahrt.

Alles was Hippokrates im 3., 4., 5. und 6. Capitel seiner Schrift: „Von der Luft, den Wassern und Klimaten," nachdem er von den Quellen gesprochen hat, von den Eigenschaften des Wassers mittheilt, gründete sich auf Beobachtungen, die er auf einigen griechischen Inseln gemacht hatte; man würde aber Unrecht thun, wollte man diese Beobachtungen ohne Weiteres für alle Gegenden der Erde als gültig ansehen. Nach Hippokrates haben die nach Süden gelegenen Orte reichliches, aber salzhaltiges und nicht sehr aus der Tiefe kommendes Wasser, welches nothwendigerweise im Sommer warm, im Winter kalt und daher dem Menschen

nachtheilig ist. Die kalten Winden ausgesetzten Orte haben im Allgemeinen hartes und kaltes Wasser, was viele Frauen unfruchtbar macht und die Ursache ist, warum ihre monatliche Reinigung nicht sehr reichlich eintritt, von schlechter Qualität ist, und die Geburten schwer sind u. s. f. In den gegen Westen liegenden Orten ist das Wasser nicht sehr klar, weil der Nebel, welcher die Atmosphäre des Morgens sehr oft verdunkelt, sich mit ihm vermischt und seine Klarheit beeinträchtigt. Alle Vortheile vereinigen die Orte, welche ostwärts liegen: das Wasser, deren Quelle eine solche Lage hat, ist klar, von gutem Geruche, weich und schmackhaft; denn die Sonne zerstreut bei ihrem Aufgange die Dünste, indem sie dieselben mit ihren Strahlen durchdringt.

Hippokrates untersucht, welches Wasser schädlich, welches gesund ist. Das der Sümpfe, der Wasserbehälter, der Teiche ist, wie er sagt, nothwendig im Sommer warm, dick und von schlechter Natur; da es steht, fortwährend durch neuen Regen vermehrt und durch die Sonne erwärmt wird, so wird es trübe, ungesund und bekommt die Fähigkeit die Galle zu vermehren. Im Winter hingegen ist es kalt, durch Schnee und Eis getrübt und verursacht Schleim und Heiserkeit. Wer von solchem Wasser Gebrauch macht, hat in der Regel iene verstopfte und sehr umfangreiche Milz. Als durch solch Wasser verursacht bezeichnet er die tödtliche Wassersucht, die langwierigen Quartanfieber, die Brüche in der Jugend, die Krampfadern und Geschwüre an den Beinen im Mannesalter. Bei einer solchen Constitution ist das Leben kurz und man wird vor der Zeit alt. Hippokrates betrachtet das Wasser als nicht gesund, welches aus Felsen kommt, ebenso das, welches in Gegenden quillt, welche warmes Wasser, oder Eisen, Kupfer, Silber, Gold, Schwefel, Erdharz, Alaun oder Natron halten. Gesundes Wasser ist das, welches aus hochgelegenen Stellen und Erdhügeln entspringt; denn dies ist angenehm, dünn und verlangt nur eine sehr geringe Menge Wein (um verändert zu werden). Wegen der grossen Tiefe seiner Quelle ist es im Winter warm, im Sommer kalt. Die Quellen sind vorzugsweise zu empfehlen, welche gegen Osten liegen, weil sie nothwendigerweise klar, leicht und von gutem Geruche sind.

Das Wasser, in welchem Hülsenfrüchte gut gar werden und das überhaupt leicht kocht, ist gut zur Erfrischung und zur Oeffnung des Unterleibes, während hartes, schwer kochendes und überhaupt für den Gebrauch in der Küche schlechtes Wasser ihn verhärtet und verstopft, so dass es ein Irrthum ist, wenn man glaubt, dass das salzhaltige Wasser nur abführend wirke. Jedenfalls hat der Verfasser in dieser Stelle das kalkhaltige Wasser gemeint, weshalb wir auch die Ansicht Daremberg's, des Uebersetzers desselben, nicht theilen können, nach welcher die Aussprüche des Hippokrates alles Grundes

entbehren sollen. In Betreff des Regenwassers äussert sich Hippokrates dahin, dass es sehr leicht, sehr milde, sehr fein und sehr klar sei, aber es wird schneller als jedes andere Wasser schlecht und bekommt sehr bald einen üblen Geruch. Man muss es kochen und sich setzen lassen. Alles Schnee- und Eiswasser ist schlecht. Nach Hippokrates sind diejenigen, welche Wasser trinken, dessen Bestandtheile sehr verschieden sind, — z. B. Wasser der grossen Flüsse, in welche andere Flüsse münden, der Seen, welche von verschiedenartigen Bächen gespeist werden, und Wasser, dessen Quelle nicht in der Nähe ist, sondern welches aus entfernteren Gegenden kommt, also fremdes Wasser, — Steinbeschwerden, Nierenkrankheiten, Harnbeschwerden, Leibschneiden, Brüchen ausgesetzt. Es bedarf wohl nicht erst der Bemerkung, wie hypotethisch diese Ansichten sind, und wie sehr sie mit der Erfahrung im Widerspruche stehen.

Das ungesunde Wasser muss man in drei grosse Klassen theillen: 1) das, welches mit animalischen und vegetabilischen Stoffen geschwängert ist, 2) das, welches luftförmige, salzige, metallische oder erdige Stoffe in grosser Menge enthält, 3) das, welches luftleer ist, oder keine ausreichende Menge derselben aufgenommen hat. Zu der ersten Klasse gehört namentlich das Sumpfwasser und überhaupt alles stehende Wasser; doch muss man nicht das Wasser aller Seen hierher rechnen, denn durch einige strömen grosse Flüsse, z. B. die Rhone geht durch den Genfer-See, und andere dünsten sehr stark aus in Folge ihrer grossen Oberfläche und erhalten durch Regen und unterirdische Quellen Ersatz. Das stehende Wasser, in welchem animalische und vegetabilische Stoffe in Fäulniss übergehen, ist im Allgemeinen von unangenehmen Geschmacke, hält sich schlecht und muss zu dem ungesundesten gerechnet werden. Hippokrates schreibt dem Sumpfwasser das Aufschwellen der Milz und die Wassucht zu: allein es lässt sich schwer entscheiden, was auf Rechnung des moorigen Wassers, welches zum Trinken gebraucht wird, kommt und was den Miasmen Schuld zu geben ist, die man einathmet und welche der Wind bisweilen weit weg führt; denn es genügt ein Aufenthalt von wenigen Tagen, wenigen Stunden und selbst von nur wenigen Augenblicken in einer solchen vergifteten Atmosphäre, um den Keim zu furchtbaren Fiebern in sich aufzunehmen. Das Wasser hat mit diesen augenblicklichen Anfällen nichts zu thun; wohl aber sind wir nicht abgeneigt, der Verwendung ungesunden Wassers bei den kachektischen Uebeln, die in morastigen Gegenden so gewöhnlich sind, eine Rolle zuzutheilen. Welche Vorschriften soll man nun den Unglücklichen, deren Geschick sie an solche den Keim des Todes in sich tragende Gegenden fesselt, in Betreff des Getränkes geben? Man findet bisweilen an diesen Stellen selbst Quellen, welche mit den Morästen nichts gemein haben; muss man dennoch von dem stehen-

den Wasser trinken, so ist es rathsam, es abzukochen, es durch Kohle zu filtriren und mit Luft tüchtig zu schütteln.

Quellen, welche Kohlensäure enthalten, verdanken derselben zum Theil die Eigenschaften, welche sie zu einem so auserlesenen Genussmittel machen; so finden wir z. B. an folgenden Orten Gesundbrunnen: Ischel in Oesterreich, Marienbad, Eger in Böhmen, Spaa, Selters, Rennes, Bussang, Pougues, Saint-Galmier etc.

Quellen, die viele salzige Theile enthalten, gehören in die Kategorie der Mineralquellen und dürfen nur in bestimmten Fällen gebraucht werden; eine geringere Menge von Salzen im Quell- oder Flusswasser macht dies jedoch für die Gesundheit eher nützlich als schädlich. So ist es z. B. mit dem Wasser der Seine, welches in geringen Mengen schwefelsaure, salzsaure und kohlensaure Salze enthält, auf Fremde oft wie ein Abführungsmittel wirkt, und überhaupt als ein gelindes Mittel dieser Art gebraucht werden kann, da es genügt des Morgens nüchtern ein bis zwei Quart davon zu trinken. Die Beachtung der Aerzte haben besonders die selenitischen Wasser, d. h. die Wasser, welche kohlensaure Salze und namentlich schwefelsauren Kalk enthalten, in Anspruch genommen. Das Wasser der Pariser Brunnen hat einen bedeutenden Gehalt hiervon, schmeckt schal, unangenehm und verliert seinen Geschmack auch nur unvollkommen durch Vermischung mit Wein; ausser den Kalksalzen enthält es noch salpetersaures Kali und kohlensaures Ammoniak. Hippokrates hat ganz Recht, wenn er sagt, dass solches Wassers auf Oeffnung des Leibes hinwirkt.

Das Wasser zu Leuk in der Schweiz (am Fusse des Gemmi) enthält schwefelsauren Kalk in ungeheurer Menge; doch ist es nicht, wie das meiste selenitische Wasser, schwer verdaulich, und ausserdem unterscheidet es sich gänzlich durch seinen Geschmack. Clark hat berechnet, dass in London täglich $37^1/_2$ Million Gallonen [10]) Wasser verbraucht werden, welches, wenn man es auf eine von ihm angegebene Weise reinigte, 24 Tonnen festen Kalk absetzen würde, also jährlich 8835 Tonnen. Dass der tägliche Durchzug einer so grossen Menge von Kalksalz durch den menschlichen Körper auf diesen ohne allen Nachtheil sei, kann man wohl nicht annehmen. Die Anwesenheit des Kalkes in den Quellen erkennt man leicht mittelst Oxalsäure oder oxalsaurem Ammoniak, welches einen unlöslichen Niederschlag von oxalsaurem Kalke mit ihm bildet. Das selenitische Wasser verbessert man einigermassen, wenn man es über kohlensaures Kali schüttet und filtrirt.

Es ist nun noch von dem luftfreien Wasser zu sprechen, also von dem, welches aus geschmolzenem Schnee und Eis entsteht, und von dem Regenwasser. Hippokrates betrachtet dies als ungesund, und auch jetzt noch ist man geneigt, den Kropf und den Cre-

tinismus dem von den Bergen herabfliessenden luftfreien Wasser zuzuschreiben; allein andere Beobachter, z. B. Odier, haben darauf aufmerksam gemacht, dass man diese traurigen Gebrechen in dem Chamounythale, desgleichen in mehreren Alpenthälern, in denen man sich nur des Schneewassers bedient, nicht antrifft. Neuere Untersuchungen von Chatin zeigen, dass der Mangel des Jodes in dem Wasser, welches man im Haushalte gebraucht, bei der Erzeugung des Kropfes und des Cretinismus eine grosse Rolle spielt. Es ist auffallend, dass das Regenwasser, da es doch durch die Schichten der Atmosphäre fällt, sehr wenig Luft enthält. Dass es der Gesundheit nicht zuträglich ist, rührt übrigens auch mit daher, dass es beim Herabfallen Staub überhaupt, Blüthenstaub ins Besondere und Insekten, die von dem Winde emporgehoben sind, niederschlägt. Ist man gezwungen, sich des Regenwassers zu bedienen, so lasse man den ersten Niederschlag, welcher die fremdartigen Theile mit sich führt, vorüber und sammele erst das dann fallende Wasser, da dies ganz rein ist.

Sind die Cisternen weit offen, so nimmt das Wasser Luft in hinreichender Menge auf; man kann dies aber auch noch durch Umrühren befördern.

Meerwasser scheidet, wenn es gefriert, alle Salztheile aus, so dass das aus solchem Eise gewonnene Wasser süss ist und sich wie Schneewasser verhält. Lord Mulgrave erzählt, dass er auf seiner Nordpolexpedition mehrere Fässer mit Meereis gefüllt und daraus ein sehr reines und sehr gesundes Wasser erhalten habe. Ebenso füllte Cook in der Südsee unter 61° 12′ s. Br. fünfzehn Tonnen mit Eis und erhielt auch süsses Wasser; aber es verursachte bei allen, die davon tranken, Kolikschmerzen und Halzdrüsen-Anschwellungen. Beim Verdunsten des Meerwassers bleiben alle Salztheile zurück, wie schon im Alterthume beobachtet wurde; denn Plinius sagt, dass man, um auf dem Meere süsses Wasser sich zu verschaffen, auf den Schiffen Vliesse ausbreite, die durch die aus dem Meere aufsteigenden Dünste feucht würden, und ausgedrückt süsses Wasser geben.

Der Mensch hat, an welcher Stelle der Erde er auch seinen Wohnsitz aufschlagen möge, bestimmte Bedürfnisse, deren er sich nie ganz entschlagen kann, wenn er sie auch bisweilen einzuschränken vermag. So findet er nicht allenthalben gesundes Wasser; auf der Insel Gorée z. B. fehlt es gänzlich an Quellen, und das Trinkwasser wird von Hann, welches zwölf Meilen von ihrer Küste entfernt ist, herbei geholt. Um dem stehenden und selenitischen Wasser seine schlechten Eigenschaften zu nehmen, muss man es kochen und filtriren; aus Eis und Schnee gewonnenes Wasser wird man mit Luft schütteln. Die Filter macht man aus Schichten von Flusssand und kalkartigen porösen Steinen; doch sind die Kohlenfilter die besten von allen. Uebrigens hat hierin jedes Volk seine eigenen Gewohn-

heiten, auf die es sowohl durch seinen Instinkt, als durch seine Industrie gekommen ist. Die vornehmen Chinesen sind in Betreff des Wassers so eigen, dass sie es selten ohne vorhergegangene Destillation trinken; um Flusswasser zu reinigen, bringen sie etwas Alaun in ein mit mehreren Löchern versehenes Bambusrohr und schütteln es drei oder vier Minuten lang. Durch Kunst erreicht man jedoch nie das, was gute Quellen liefern, in denen durch das geheime Treiben der Natur salzsaures und kohlensaures Natron, kohlensaurer Kalk, atmosphärische Luft u. s. w. in den zuträglichsten Verhältnissen aufgenommen sind; jene lebendigen Quellen, welche durch eine fortwährende Bewegung, durch unterirdische Elektricität stets neue Kraft gewinnen und sich erhalten, und ungeachtet der Veränderungen auf der Oberfläche der Erde stets eine, von ausserordentlicher Kälte und übergrosser Wärme gleich weit entfernte, gleichbleibende Temperatur bewahren.

Die beiden zur Vegetation wesentlichen Agentien sind Wärme und Wasser. Das letztere liefert der Pflanze Sauerstoff und Wasserstoff, seine Bestandtheile; aber fast nie findet man dasselbe in reinem Zustande, sondern die Mehrzahl der Quellen enthält, abgesehen von Luft, Stickstoff und Kohlensäure, noch eine gewisse Anzahl von Salzen mit metallischer und erdiger Basis, ferner animalische und vegetabilische Stoffe. Die Wichtigkeit des Wassers für den Ackerbau hat man zu allen Zeiten erkannt; aber man hatte keine directen Versuche darüber angestellt, ob bei Flächen, die man einer regelmässigen Bewässerung unterworfen hatte, die Fruchtbarkeit im Verhältniss stehe mit der Menge des verbrauchten Wassers, oder ob dieselbe den im Wasser aufgelösten Stoffen zuzuschreiben sei, welche das Wasser, eben als Auflösungsmittel wirkend, zu den Pflanzenwurzeln führt. Man muss die Frage aufwerfen, ob etwa das Wasser neben seiner eigenthümlichen Wirkung noch besondere die Fruchtbarkeit befördernde Stoffe enthält. Zwei von Chevandier und Salvetat unternommene Versuche geben die vollständige Lösung dieses Problems. Im Jahre 1847 wurde eine Wiese mit 8373295 Cubikfuss Wasser aus einer schlechten Quelle bewässert und eine andere Wiese mit 5313833 Cubikfuss Wasser von guter Beschaffenheit. Ungeachtet dieses Missverhältnisses lieferte die erstere Wiese nur 4943 Pfund, die andere dagegen 16882. Als die beiden Landwirthe im Jahre 1848 denselben Versuch wiederholten, hielten sie es für zweckmässig, für jede Wiese dieselbe Menge Wasser zu verbrauchen, und es ergaben sich bei der Ernte an Gewicht auf dem Morgen bei der mit schlechtem Wasser versorgten Wiese 1500 Pfund und bei der anderen, welche gutes Wasser erhalten hatte, 5700. Als Chevandier und Salvetat die Quellen chemisch analysirten, fanden sie in Betreff der mineralischen Stoffe einen kaum merklichen Unterschied,

aber einen bedeutenden in der Menge des darin enthaltenen Stickstoffs; denn das Verhältniss der guten zur schlechten Quelle war 100 zu 42, d. h. über das Doppelte. Es ergiebt sich hieraus, dass die mehr oder weniger vortheilhafte Wirkung des bei Bewässerung verwendeten Wassers vorzugsweise von der in der Flüssigkeit enthaltenen Menge des Stickstoffs abhängig ist, und dass eine Quelle, welche fruchtbar machen soll, die Rolle eines guten Düngers zu spielen hat.

Die von Barral[11]) ausgeführte Analyse des Regenwassers führt zu denselben Resultaten. Seit Cavendish ist es eine bekannte Sache, dass der elektrische Funke unserer Apparate in der Luft eine Verbindung des Stickstoffs und Sauerstoffs bewirkt, also eine gewisse Menge Salpetersäure erzeugt; ebenso hat man in der Atmosphäre die Anwesenheit dieser Säuren nachgewiesen, deren Bildung man hier der bei Gewittern entwickelten Elektricität zuschreibt. Im Jahre 1827 veröffentlichte Liebig die Analyse von 77 zu verschiedenen Zeiten aufgefangenen Sorten Regenwasser; 17 rührten von Gewitterregen her, und diese enthielten ohne Ausnahme Salpetersäure in grösserer oder geringerer Menge, in Verbindung mit Kalk oder mit Ammoniak; unter den 60 anderen zeigten nur zwei schwache Spuren von Salpetersäure. Barral hat das Regenwasser analysirt, welches vom Juli bis December 1851 in den Regenmessern auf der Terrasse und in dem Hofe des Observatoriums zu Paris aufgefangen wurde, und im Cubikmeter ($32^1/_3$ Cbf.) Wasser Folgendes gefunden (1 Gramm = $^{68}/_{1000}$ Loth):

	Auf der Terrasse. Gramme.	Im Hofe. Gramme.
Stickstoff	63,97	79,39
Ammoniak	3,334	2,769
Salpetersäure . . .	14,069	21,800
Chlor	2,801	1,940
Kalk	6,220	5,397
Magnesia	2,100	3,306.

Es fallen also nach Barral's Versuchen in Paris auf je einen Morgen Fläche $7^1/_2$ bis 8 Pfund Stickstoff in 6 Monaten. Chatin hat seinerseits gefunden, dass das Regenwasser vorzugsweise in den unteren Schichten der Atmosphäre auf 1 Quart bis zu $^4/_{1000}$ Loth einer stickstoffhaltigen organischen Materie einschliesst, was folglich auf den Ackerbau von grossem Einflusse sein muss Eine nicht minder wichtige Entdeckung verdankt man Chatin, nämlich die des Jodes in der Atmosphäre und im Trinkwasser.[12]) Er hat eine sehr grosse Menge von Analysen sowohl in, als ausserhalb Frankreich gemacht, und aus seinen Arbeiten ist man, wie es jetzt steht, zu dem Schlusse berechtigt, dass die gute Beschaffenheit des Wassers von der Menge des in demselben enthalten Jodes abhängt. In seiner letzten der

Academie der Wissenschaften zu Paris vorgelegten Abhandlung hat Chatin vergleichende Untersuchungen über diesen Stoff in dem Wasser angestellt, welches in Paris, London und Turin zum gewöhnlichen Gebrauche benutzt wird. Aus diesen Analysen ergiebt sich, dass das Brunnenwasser der letzteren Stadt, desgleichen die bekannten Quellen zu Valentin und Sainte-Barbe eine sehr geringe Menge Jod enthalten. Das Wasser des New-River, mit welchem sich die wohlhabenderen Stadtviertel Londons versorgen, zeichnet sich nach Chatin durch seinen Jodgehalt und seine Leichtigkeit aus, während das der Themse und des Old-River demselben nachsteht, obgleich es gut und gesund ist. Das Wasser von Arcueil enthält viermal weniger Jod, als das der Seine und hat überdies einen starken Gehalt an kohlensaurem Kalke. Das selenitische Wasser von Saint-Gervais und Belleville enthält noch weniger, während in dem Wasser des Artesischen Brunnens von Grenelle sich dieser Stoff in reichem Maasse findet. Die Ourcq bei Mareuil kommt der Seine sehr nahe hinsichtlich der ausserordentlichen Leichtigkeit, des starken Jodgehaltes und der geringen Menge organischer Stoffe, welche sie aufgelöst enthält. Chatin hält das Seinewasser für ausserordentlich gesund und sehr jodhaltig; der grösste Theil der Nebenflüsse jedoch, mit Ausnahme der Yonne, nimmt demselben einen Theil der Eigenschaften, welche es an der Quelle besitzt, denn während der Zufluss der anderen Flüsse den Jodgehalt verringert, vermehrt er den an anderen Stoffen. Gleichwohl ist zu Charenton die Seine immer noch ein an Jod sehr reichhaltiger und sehr leichter Fluss.

Durch den Zufluss des Marnewassers wird das der Seine sehr verändert, aber noch weit mehr ist dies der Fall im Innern von Paris, wie sich dies namentlich unterhalb dieser Stadt zeigt. Die Menge der organischen Stoffe und der Chlorverbindungen ist merklich gestiegen, und die von Chevreul während des Sommers nachgewiesenen Ammoniaksalze sind dort sehr bedeutend; bisweilen kann man auch Spuren von Schwefelwasserstoff und aus den Cloaken stammenden Harnstoff finden. Um diese Uebelstände zu beseitigen und den Einwohnern von Paris das Wasser des Flusses, auf welchen sie angewiesen sind, in einem der Gesundheit möglichst zuträglichen Zustande zu verschaffen, schlägt Chatin vor, mittelst eines Canals das völlig reine Seinewasser aus der Nähe der Brücke von Charenton in die Stadt zu leiten. Der Canal würde eine hinreichende Anzahl von Pumpen speisen, welche es in alle Stadttheile von Paris brächten. Man muss sich wirklich darüber wundern, dass es von der sonst so einsichtigen und für das Wohl der Einwohner so besorgten Verwaltung den Wasserausträgern nicht zur Pflicht gemacht wird, das Wasser oberhalb der Stadt im Flusse zu schöpfen. Es verdient dies jedenfalls die grösste Beachtung von Seiten der Behörden. Von Parent-

Duchâtelet's optimistischer Ansicht darf man sich nicht beirren lassen; denn welcher vernünftige Mensch wird sich einreden lassen, dass Wasser, welches allen Unrath aus den Hospitälern und den Schmutz der Cloaken aufnimmt, namentlich im Sommer, gut und der Gesundheit zuträglich sei? Es giebt in der Gesundheitslehre Fragen, welche der gesunde Menschenverstand entscheidet, und wenn die Wissenschaft sich anders aussprechen wollte, so würde sie ihre ganze Ehre aufs Spiel setzen.

Chatin hat durch seine zahlreichen Analysen bewiesen, dass das Regenwasser einen noch grösseren Jodgehalt hat, als das Wasser der Seine, des New-River und der Theme, so dass er, obgleich dasselbe eine beträchtliche Menge von Chlorverbindungen und von organischen Stoffen enthält, kein Bedenken trägt, es in allen Gegenden, an denen man nur selenitische und jodfreie Quellen findet, zum gewöhnlichen Getränke zu empfehlen.

Dumas hatte als Ackerbau- und Handelsminister eine Commission ernannt zu dem besonderen Zwecke, so vollständig wie möglich alles auf das Wasser in Frankreich Bezügliche zu sammeln, zu sichten und zu veröffentlichen. Von dieser Commission ist so eben der erste Theil ihrer Arbeiten in einem: *„Annuaire des eaux de la France"* betitelten Quartbande erschienen, der sich lediglich auf das in Frankreich vorkommende süsse Wasser bezieht. Diese Veröffentlichung hat man namentlich den Arbeiten Deville's des Secretairs der Commission, zu danken. Dies *„Annuaire"* umfasst die Erörterung und das Ergebniss von mehr als 400 Analysen süssen Wassers, d. h. Wassers von Flüssen, Bächen, Quellen, Brunnen u. s. w., welches an den wichtigsten Stellen des Landes zu häuslichen, industriellen und ökonomischen Zwecken verbraucht wird.

Die Gewässer Frankreichs zerfallen in vier Systeme: das nordöstliche oder das des Rheins, das nordwestliche oder das der Seine, das westliche oder das der Gironde und Loire, das südliche oder das der Rhone. Hierin treten sechs Hauptgebiete hervor: das des Rheines, der Mosel, der Seine, der Loire, der Gironde und der Rhone, und an diese lehnen sich Nebengebiete an, zu denen folgende gehören: Schelde, Somme, Orne, Adour, Aude, Hérault etc.

Die Verfasser des *„Annuaire"* haben die auf diese Gebiete bezüglichen Analysen in besondere Gruppen vereinigt; ausserdem haben sie in eine (noch nicht veröffentlichte) hydrographische Karte von Frankreich eingetragen: 1) die verschiedenen Stromgebiete; 2) die Orte, an denen Analysen gemacht worden sind; 3) alle bekannten Mineralquellen; 4) sind alle Mineralquellen besonders bezeichnet worden, die analysirt worden sind.*)

*) Nach Dumas ist das allgemeine Resultat der angestellten Untersuchungen

Columella sagt (lib. V.): „Sowohl bei guter als schlechter Gesundheit kann keiner von uns ohne Wasser von guter Beschaffenheit leben.“ Klares, lufthaltiges, farb-, geruch- und geschmackloses Wasser ist das beste. In ihm kochen Hülsenfrüchte gut, und Seife löst sich darin auf; salpetersaures Silberoxyd und salzsaurer Baryt dürfen es nur wenig trüben. Ob Wasser Luft enthält, erkennt man daran, dass sich nach kurzer Zeit ein Niederschlag von Eisenoxydhydrat bildet, wenn man einige Tropfen von aufgelöstem schwefelsaurem Eisenoxydul in dasselbe giesst. Will man wissen, ob es einen zu grossen Gehalt an Salzen hat, so dampft man es ab; bleibt kein merklicher Rückstand, so ist auch der Gehalt an Salzen unbeträchtlich. Das Wasser von Regenbächen und ausgetretenen Flüssen führt erdige Theile mit sich; ist dies Wasser sonst von guter Beschaffenheit, so ist es rathsam, sich desselben nicht eher zu bedienen, als bis es sich gesetzt hat oder filtrirt ist. Riechendes Wasser bekommt den Geruch gewöhnlich von verschiedenen schwefelhaltigen Stoffen oder von animalischen in Fäulniss übergegangenen Materien. Dass dem Brunnen zu Mothon im Peloponnese Wohlgerüche entströmen, wie Pausanias und Athenäus berichten, dürfte wohl nicht behauptet werden können. Sehr wahr sagt Plinius, dass der Gesundheit zuträgliches Wasser möglichst wie Luft aussehen müsse: *Aquam salubrem aeri quam simillimam esse oportet.*

Gewisse Quellen haben im Althume eine grosse Berühmtheit erlangt. Die persischen Könige tranken kein anderes Wasser als das des Flusses Choaspes, und liessen es auf allen ihren Reisen, wenn sie auch noch so weit gingen, sich nachführen. Ungeachtet seines Schlammes und seiner Ueberschwemmungen heisst der Nil der Fluss des Segens und der Gesundheit. Sein Wasser wirkt leicht abführend; wenn der Fluss zu steigen beginnt, wird sein Wasser grün, nach 30 bis 40 Tagen mehr oder weniger braunroth. Während der drei fol-

---

folgendes: In den Quellen des Innern, d. h. der Auvergne, des Cantal's, der Ardèche u. s. w. sind die doppeltkohlensauren Verbindungen vorwaltend; sie bilden 75 Theile von 100 festen Theilen des Wassergehaltes, während die Schwefelverbindungen nur 8 und die Chlorverbindungen nur 15 Theile ausmachen. In den Pyrenäen hingegen, wo zwar die Chlorverbindungen dieselben bleiben, gehen die doppeltkohlensauren Verbindungen bis 25 auf 100 herab, wogegen die Schwefelverbindungen auf 60 Theile steigen. Die Quellen der Alpen und Corsikas stehen den letzteren sehr nahe. Der Jura, die obere Saone und die Vogesen haben hingegen Quellen, in denen die Chlorverbindungen vorherrschen; während die Schwefelverbindungen nämlich nur 14 Theile auf 100 und die doppeltkohlensauren Verbindungen nur 16 betragen, machen die Chlorverbindungen 66 aus. In den Ardennen und im Hennegau stehen die Chlorverbindungen und doppeltkohlensauren Verbindungen gleich, betragen nämlich 40 bis 50 Procent. In der Vendée, der Bretagne und in einem Theile der Normandie halten sich die Schwefel-, Chlor- und doppeltkohlensauren Verbindungen das Gleichgewicht und auf jede kommen ungefähr 30 Procent.

genden Monate ist das Wasser schlammig und kann nur nach vorausgegangener Klärung getrunken werden.*) Seine gute Wirkung auf die Gesundheit ist allbekannt, so dass man in Aegypten zu sagen pflegt, Mohammed wäre unsterblich geworden, wenn er immer davon hätte trinken können. Nach Maillet nimmt das Nilwasser unter den verschiedenen Wassersorten dieselbe Stelle ein, wie der Champagner unter den Weinen.

Dass durch seine Frische und seine guten Wirkungen auf die Gesundheit berühmteste Wasser von allen in der Welt, sagt Plinius, ist das Martische Wasser, welches das Wohlwollen der Götter Rom mit so vielen anderen Vorzügen geschenkt hat. . . Die Quelle liegt am Ende der Pelignischen Hügelreihe, geht durch das Land der Marser und den Fuciner-See. Ancus Martius leitete sie nach Rom durch einen 10 Meilen langen Aquaduct, dessen Canäle von dem Könige Quintus Martius und Agrippa wieder hergestellt wurden. Zur Zeit des Plinius wurde zum grossen Schaden für das allgemeine Wohl diese Quelle ebenso wie die Aqua virgo von einigen Leuten ihres Privatvortheiles halber abgeleitet. Diese beiden Quellen versorgen noch jetzt die ewige Stadt reichlich mit gesundem Wasser. Die zweite speist die schöne Fontaine Trevi und heisst: acqua vergine.

Man wundert sich manchmal über das frische Aussehen, die schöne Gestalt, die weissen Zähne, die kräftige Constitution der Bewohner einer Gegend. Was ist die Ursache hiervon? Sie bleibt fast immer unbekannt: bisweilen ist es die günstige Lage, oft der Wohlstand; indessen ist jedenfalls auch die Beschaffenheit des Wassers hierbei von ganz besonderem Belang. Ist nicht das Wasser, welches nach Pindar köstlicher als Gold ist, zu allen Zeiten das Hauptgetränk, Nahrungsmittel für den Gesunden, Heilmittel für den Kranken? Leider wissen die Leute nur zu oft diesen für die Gesundheit so köstlichen Schatz nicht zu würdigen; sie bedienen sich desselben ohne dem Schöpfer zu danken, ebenso wie mancher Reiche die Güter geniesst, welche ein günstiges Geschick ihm schon bei seiner Geburt zugetheilt hat, wie der immer Gesunde, der nicht für möglich hält, dass er krank werden könne, wohl gar die Leiden, welche er nie kennen gelernt hat, für eingebildete hält.

Est ergo aliquid in aqua vitale, es ist eine gewisse Lebenskraft im Wasser (*Seneca quaest. rat.* V. cp. 6.). Eine gesunde Quelle ist für die Gegend, wo sie entspringt, eine Wohlthat. Mitten in der schrecklichsten Wüste wird sie ein Mittelpunkt des Lebens,

*) Die Analyse des Nilschlammes liefert fast zur Hälfte Thonerde, etwa ein Viertel kohlensauren Kalk und ausserdem Eisenoxyd, kohlensaure Magnesia u. s. w. Aus dem Schlamme macht man ausgezeichnete Mauersteine und die verschiedensten Gefässe; auch wird derselbe als das beste Düngmittel geschätzt.

sie schafft die Oase; die wilden Thiere kommen des Nachts dahin den Durst zu stillen; bei Tage lagern dort die Caravanen, welche sie als ein von Gott in der Wüste errichtetes Gasthaus betrachten.

ZWEITES CAPITEL.

Temperatur der Quellen.

Im Alterthume, wo man in der physischen, wie in der moralischen Welt alles personificirte, gab es Meer-, Fluss-, sogar Quellgötter. Die Zahl der zu Göttern erhobenen Flüsse steigt bei Hesiod auf vierzig, ohne hierbei die verschiedenen Flussnymphen mitzuzählen. Die alten Slaven sogar trieben mit dem Meere und den Flüssen Götzendienst. Baltisches Meer bezeichnet Mutter der Gewässer. Bug, Bog, Dnjester, Wolchow, Wolga, der Ilmen-See u. s. w. genossen göttliche Verehrung. Man glaubte, Dryaden und Hamadryaden wachten in der Nähe jeder Quelle. Der Arbeiter und der Pilger nahten sich nur mit religiöser Scheu, um dort den Durst zu stillen und da auszuruhen von des Tages Last und Hitze. Bei mehreren Quellen, in von Felswänden eingeschlossenen Schluchten oder in weiten Grotten, traf man ein Echo, dessen sympathetische Laute die Gegenwart eines unsichtbaren Wesens, einer schützenden Gottheit, zu verrathen schienen.

Die Quellen entstehen durch Filtration des Regenwassers, oder aus Wasser, welches in verschiedenen Tiefen zwischen den Erdschichten fliesst. Die wasserreichsten entspringen in den Gebirgen und namentlich in den Kalkgebirgen, deren abfallenden und porösen Schichten vom Regen leichter durchdrungen werden können. Bisweilen trifft man in diesen Gebirgen Springquellen an, z. B. in Frankreich (zu Fontes-Borbe im Dep. Arriège), in England, in der Schweiz, in Deutschland, nach Varenius in Japan, nach Bernier in Kaschmir etc. Diese Erscheinung beruht darauf, dass das Wasser gewissermassen in communicirenden Röhren von der Form eines Hebers fliesst.

Das im Inneren der Erde fliessende Wasser kann sehr beträchtlich sein und sogar unterirdische Seen bilden, wie im Herzogthum Krain; nimmt nun das Wasser seinen Weg nach der Oberfläche zu, so erhebt es sich bisweilen zu einer höher gelegenen Stelle und giebt auf diese Weise zu Springquellen Veranlassung, wie sich solche in China finden. Bohrt man in diese Schichten ein Loch von oben herab, so erhält

man einen artesischen Brunnen.*) Diese Erscheinung hat man aus der Haarröhrchenwirkung, aus dem Drucke von Gasen im Innern, aus der Elasticität der unteren und dem Drucke der oberen Schichten zu erklären gesucht; allein es ist weit naturgemässer einen artesischen Brunnen als den verticalen Arm eines Hebers anzusehen, dessen anderer schrägliegender Arm bis zu mehr oder weniger entfernt liegenden Hügeln oder Gebirgen sich erstreckt.

Unter den Erscheinungen, welche die Quellen zeigen, ist ihr fortwährendes Fliessen eine der auffallendsten. Die Geologen führen dies auf das Gleichgewicht zurück, welches auf der Erdoberfläche zwischen der Verdunstung des Wassers und dem Niederschlage desselben stattfinden muss, indessen hat man doch schon Quellen versiegen und andere an Wassermenge abnehmen sehen, was man, freilich ohne directen Beweis, als das Resultat einer allgemeinen Wasserabnahme hat ansehen wollen. Die Unveränderlichkeit der Temperatur der Quellen ist nicht minder merkwürdig; denn dieselbe schwankt in den einzelnen Jahreszeiten sehr wenig und überhaupt um nicht mehr als 1 oder 2 Grad. Das Maximum beobachtet man in unseren Gegenden im September, das Minimum im März. Diese kleinen Schwankungen rühren von der Sonnenwärme her, welche nur langsam und in sehr geringer Stärke in die tieferen Schichten der Erde eindringt. Ihre höhere Temperatur ist Folge der eigenen Erdwärme, welche schon in einer nicht sehr bedeutenden Tiefe fast unveränderlich ist. Man nimmt an, dass in einer Tiefe von 10000 Fuss das Wasser siedend heiss sei.

Aus einer grossen Zahl von Beobachtungen hat man sich für berechtigt gehalten, das merkwürdige Gesetz aufzustellen, dass die Temperatur der Quellen mit der mittleren Jahrestemperatur der Länder, in denen sie sich finden, ziemlich übereinstimmt.[13]) An einigen Orten sind beide Temperaturen genau dieselben; aber nirgends findet man eine 3 Grad übersteigende Differenz. Professor Kupffer hat eine Tabelle zusammengestellt, welche Wahlenberg's Beobachtungen bestätigt, dass nämlich in höheren Breiten die Temperatur der Quellen höher ist, als die mittlere Lufttemperatur, und ebenso die von Buch und von Humboldt, dass in niederen Breiten die Temperatur der Quellen niedriger ist, als die mittlere Temperatur der Atmosphäre.

*) Auf das Zustandebringen eines artesischen Brunnens kann man in den Ebenen und Thälern rechnen, in denen man von Wasser leicht zu durchdringende Sandschichten antrifft, welche zwischen anderen undurchdringlichen Schichten, z. B. zwischen Thon, liegen; das tertiäre Terrain ist besonders günstig.

Tabelle über die Temperatur der Quellen nach der Breite.

Ort.	Breite.	Höhe über dem Meere.	Temperatur der Quellen	Temperatur der Luft.	Beobachter.
Kongo	$9^{01}/_{2}$ S.	450m	22°,75	25°,62	Smith
Cumana	$10^{01}/_{4}$ N.	0	25,62	28,00	v. Humboldt
S. Jago (Cap Verd)	15 „	0	24,50	25,00	Hamilton
Rock (Jamaica)	18 „	0	25,12	27,00	Hunter
Havana	23 „	0	23,50	25,62	Ferrier
Nepaul	28 „	0	23,25	25,00	Hamilton
Teneriffa	$28^{1}/_{2}$ „	0	18,00	21,62	v. Buch
Kairo	30 „	0	22,50	22,50	Nouet
Algier	36,47 „	0	17,05	17,84	Aimé
Cincinnati	39 „	0	12,37	12,12	Mansfield
Philadelphia	40 „	160	12,75	12,37	Warden
Carmeaux	43 „	0	13,00	14,37	Cordier
Genf	46 „	300	11,12	9,62	de Saussure
Paris	49 „	350	11,50	10,87	Bouvard
Berlin	$52^{1}/_{2}$ „	75	10,12	8,00	desgl.
Dublin	53 „	40	9,62	9,50	Kirwan
Kendal	54 „	0	8,75	7,87	Dalton
Keswik	$54^{1}/_{2}$ „	0	9,25	8,87	desgl.
Königsberg	$54^{1}/_{2}$ „	0	8,12	2,25	Erman
Edinburg	56 „	0	8,75	8,75	Playfair
Carlskrone	$56^{1}/_{2}$ „	0	8,50	8,50	Wahlenberg
Upsala	60 „	0	6,50	5,62	desgl.
Umeå	64 „	0	2,87	2,75	desgl.
Giwartenfiall	66 „	500	1,25	3,75	desgl.
Kisnekejewa	$54^{1}/_{2}$ „	300	4,37	1,50	Kupffer
Kasan	56 „	30	6,25	3,00	desgl.
Nishney-Tagilsk	58 „	200	2,87	0,25	desgl.
Werchoturie	59 „	200	2,37	0,87	desgl.
Bogoslawsk	60 „	200	1,87	0,50	desgl.

DRITTES CAPITEL.

Temperatur der warmen Quellen.

Brongniart hat den Vorschlag gemacht die Mineralwasser nach den Gebirgsarten zu classificiren, in denen sie ihren Ursprung haben, und theilt die Quellen deshalb ein in Quellen 1) des primären

Gebirges, 2) der untern Ablagerungen, 3) der obern Ablagerungen, 4) des Uebergangsgebirges und 5) des alten Trachyts. Mag diese Classification, bei der man davon ausgeht, dass es möglich sei von der genauen Kenntniss der Quelle auf die Gebirgsformation zurück zu schliessen, in welcher sie ihren Ursprung hat, auch vom geologischen Standpunkte aus sich empfehlen, so ist sie doch von den Aerzten in ihren Schriften nicht adoptirt worden, insofern die tiefsten theoretischen Ansichten von geringerem Werthe sind, als das, was sich praktisch bewährt hat. Die Aerzte classificiren die Mineralwasser nach ihrer chemischen Zusammensetzung, da man hiernach ihre Eigenschaften weit sicherer beurtheilen und ihre Anwendung bestimmen kann.

Berzelius nimmt an, dass die salz- und gashaltigen Quellen durch Infiltration des atmosphärischen Wassers bis zur vulkanischen Region entstehen; Keferstein betrachtet sie auch als durch eine vulkanische Einwirkung bedingt, während G. Bischoff glaubt, dass sie der den unteren Schichten der Erde eigenthümlichen Wärme ihren Ursprung verdanken. Die warmen Quellen finden sich nicht alle in derselben Tiefe; die Temperatur der Quellen von Aix in Savoyen sinkt beträchtlich zu der Zeit, wo der Schnee schmilzt, oder nach vielem Regen; dasselbe zeigt sich auch anderwärts, so dass man auf eine geringe Tiefe schliessen muss, aus welcher das Wasser kommt und bis zu welcher das Wasser von aussen einsickert. [14])

Die Mehrzahl der warmen Quellen war bereits im Alterthume bekannt; denn die Römer haben in der Nachbarschaft von vielen derselben Denkmäler ihrer Grösse hinterlassen. Die Natur hat diese kräftigen Heilmittel fast über alle Gegenden der Erde vertheilt; man findet sie ebensowohl in den Ländern nahe am Pole, als in denen unter den Tropen. Ihre Temparatur hängt weder von dem Breitengrade ab, noch davon, ob die Gegend mehr oder minder gebirgig ist, noch von der Nachbarschaft thätiger Vulkane. Frankreich und Deutschland sind mit warmen Bädern förmlich bedeckt; Böhmen allein hat gegen 200: in der Pillnaer Aue (unweit Brüx) sind 26 Brunnen, aus denen man eine grosse Menge Purgirsalz (Bittersalz) gewinnt. [15]) Hierbei muss jedoch bemerkt werden, dass die warmen Quellen sich in weit grösserer Menge in den Bergketten finden, und zwar da, wo die Reaction des Erdinnern gegen die feste Rinde sich in der grössten Stärke geltend zu machen scheint.

Frankreich übertrifft Deutschland in der Zahl und in der Reichhaltigkeit seiner warmen Brunnen, ebenso wie dies die übrigen Länder Europas übertrifft. Ausser der algierschen Gruppe zählt Frankreich nicht weniger als 900 auf je 1000 Mineralquellen; in der Nähe von Dax im Dep. Ariége findet man 58 völlig verschiedene; die Pyrenäenkette enthält in ihrer ganzen Erstreckung eine grosse Zahl

der reichhaltigsten und wirksamsten. Leider bleibt bis jetzt noch unendlich viel zu wünschen übrig, um die warmen Quellen recht nutzbar zu machen.

Es ist bereits angeführt worden, dass die Temperatur von der Breite unabhängig ist; denn man findet ebenso gut kalte Quellen unter den Tropen, wie heisse in Island, Kaukasus und in Sibirien. Im Allgemeinen ist wohl die Tiefe der Erdschicht, in welcher sie ihren Ursprung nehmen, die Ursache dieser Verschiedenheiten, wenngleich diese Wärmeverhältnisse sich nicht streng nach den Gesetzen richten, nach welchen, den durch die Erdbohrungen und Bergwerksarbeiten sich ergebenden Resultaten zu Folge, die Temperatur beim Eindringen in die Erde zunimmt. Um nur ein Beispiel anzuführen, sei erwähnt, dass man durch artesische Bohrung im reizenden Aarthale die Jodquelle von Wildegg erschlossen hat, deren Wärme auf je 50 Fuss um 1 Grad steigt, während bei dem Brunnen von Grenelle dies erst auf je 100 Fuss der Fall ist. Folgendes ist die Temperatur einiger warmen Quellen.

Temperatur der wichtigsten warmen Quellen.

	Grad.		Grad.
Baréges (la Douche)	45	Contrexeville	10
ebenda (Polard)	38	Enghien	14
Luchon (Bayen)	67	Plombières (Grand bassin)	70
ebenda (la Reine)	59	ebenda (Crucifix)	49
ebenda (le Griffon)	52	ebenda (Source Bourdeille)	15
Bagnères-de-Bigorre (Dauphin)	49	Luxeuil (Grand bassin)	56
ebenda (Versailles)	35	ebenda (Source ferrugineuse)	32
ebenda (Salut)	32	Portugal (San Pedro Dosul)	67
Ax	82	ebenda (Gasquelle von Gérez)	62
Vernet	56	ebenda (Quelle von Chavez)	61
Lamotte	59	ebenda (Quelle von Aregos)	61
Dax	66	Aix in Savoyen	45
Balaruc	50	Saint-Gervais	39
Uriage	27	Leuk	51
Chaudes-Aigues	88	Schinznach	33
Mont-Dor	45	Baden (Schweiz)	50
Néris	51	Cauterets (les Œufs)	56
Bourbon-l'Archambault	51	ebenda (César)	50
Bourbonne	65	ebenda (la Raillère)	41
Bagnoles	27	Arles. Mehrere Quellen	26 bis 63
Vichy (Grand bassin)	45	Civita-Vecchia (la Ficoncella)	55
ebenda (Grande grille)	32	Lucca (la Doccione)	54
ebenda (Célestins)	14	Pisa (Saint Julien)	42

	Grad.
Gurgitelli	75
Chin-Chiest (am Fusse des Olymp)	84
Spaa (l'ouhon)	10
Aachen (Kaiserquelle)	57
Pyrmont	15
Kreuznach	9
Homburg	10
Ems	27 bis 50
Wiesbaden (Kochbrunnen)	67
Nauheim (Grosser Sprudel)	31
Baden-Baden	65
Carlsbad (Sprudel)	75
Töplitz	48
Quellen in Sibirien	100
Quellen in Himalaya	100
Schouhou in (Tibet)	88
Yom-Mack (in China)	85
Hamman-Meskhoutin (Constantine)	95
Martinique (Warmer Brunnen)	50
Guadeloupe (Warmer Giessbach)	67
Santa Lucia	100
Dominica (Cahouane)	38
ebenda (l'Ardente)	63
Buncombe (Nord-Carolina)	40
Missuri (Arkansard)	66
Mariara	58
Quelle von Las Trincheras	90
Quelle von Clichi-Maquillo	96
Valencia	93
Geyser in Island	190

Eine gewisse Anzahl von warmen Quellen hat ihren Ausgangspunkt entschieden in der Region der Vulkane. Durch das Erdbeben von Lissabon im Jahre 1755 entstand die neue Quelle von Neris, während die Quellen von Töplitz anfangs trübe wurden, dann ganz zu fliessen aufhörten, und endlich wieder mit einer solchen Heftigkeit strömten, dass die Bäder überschwemmt wurden. Keine warme Quelle spricht aber mehr für den Einfluss des unterirdischen Feuers, als der Carlsbader Sprudel, dessen mysteriöser Kessel, wie die Einwohner Carlsbads sagen, aus der vorgeschichtlichen Zeit stammt und so alt wie die Welt ist. Wäre diese Quelle nicht so ausserordentlich heilsam, so könnte man sie für einen der Eingänge zur Hölle halten. Man denke sich eine heftig kochende Quelle, die, wie Hoffmann sich ausdrückt, unter starkem Toben 7 bis 10 Fuss über die Oberfläche emporsteigt wie in heftigen Pulsschlägen und einer schönen Krystallgarbe gleich wieder niederstürzt. Ein Theil ihres Wassers wird zur Fabrication des Carlsbader Salzes verbraucht, der grösste Theil jedoch verläuft sich in den Bach Tepl, in welchem sich weithin ein kalkiger, fester und krystallinischer Ueberzug bildet, der sich auch sonst an allen Stellen des Thales findet.

Wenn übrigens auch keine andere warme Quelle in Europa angetroffen wird, welche dieser gleichgestellt werden könnte, so bietet dagegen Island ein analoges Phänomen dar, welches durch seine Grossartigkeit den Sprudel so sehr übertrifft, dass dieser im Vergleich zum Geyser nur wie eine winzige Cascade erscheint. Die drei Hauptquellen dieser vulkanischen Insel sind der Strock (beständig kochend), der Rikum (rauchend) und der grosse Geyser (mit zeitweisen Aus-

brüchen). Die Quellen befinden sich in einem Bassin von 83 Fuss Tiefe und 190 Fuss Durchmesser. Die Ausbrüche erfolgen in Unterbrechungen, an manchen Tagen in geringer Anzahl, an anderen fast in jeder Minute. Die Temperatur ist im Allgemeinen höher als die des kochenden Wassers, so zwar dass dieselbe im Grunde, während man an der Oberfläche nur 85 Grad beobachtet, bis auf 127°,5 steigt und an der Mitte der Wassersäule 108 bis 109° beträgt. Der Strock zeigt an der Oberfläche stets die Temperatur des kochenden Wassers, auch wallt und kocht er ohne Unterlass (Descloiseaux und Bunsen).[16]) Klaproth betrachtet es als ausgemacht, dass diese Quellen wirklich mit einem inneren Feuerherde in Verbindung stehen, und dass sie in ihren Ergüssen schon einen Theil ihrer Wärme verloren haben; denn der Strock beginnt sofort auszuwerfen, wenn der Hekla die Erde erschüttert. Man kann sich die mächtige und fürchterliche Wirkung dieser ungeheuren Säulen kochenden Wassers und dieser Rauchwirbel, die sich unter unterirdischem und schrecklichem Getöse zu einer unglaublichen Höhe erheben, kaum vorstellen. Die Natur, sagt Stanley, bietet nirgends etwas Aehnliches und die Kunst müht sich vergeblich, etwas darzustellen, was demselben an Grossartigkeit auch nur annähernd gleich käme.*)

VIERTES CAPITEL.

Temperatur der Ströme und Flüsse.

Die Ströme und Flüsse, diese beweglichen Strassen, welche den Menschen und seine Schiffe tragen (Pascal), sind die eigentlichen Grundlagen der Grösse, der Macht und des Reichthums der Völker. Die meisten Städte, welche der Welt Gesetze vorgeschrieben haben, liegen an der Küste des Meeres, an der Mündung oder wenigstens in der Nähe von Strömen. Die Gründer von Königreichen haben stets in ihrer Weisheit die Vortheile zu würdigen gewusst, deren eine Hauptstadt durch ihre Lage entweder am Meere oder sonst einem grossen Gewässer in Hinsicht einer schnellen Verbindung, in Hinsicht des Handels in Friedenszeiten, in Hinsicht der Vertheidigung oder des Angriffs während eines Krieges theilhaftig wird.

---

*) In olge eines auf Madagascar eingetretenen vulkanischen Ausbruchs ist dort eine sehr bedeutende Springquelle entstanden; sie wirft ihr Wasser zu einer solchen Höhe empor, dass man es auf dem Meere schon in einer Entfernung von mehreren Meilen wahrnimmt.

Die Quellen der europäischen Ströme sind in den Gebirgen: die des Rheins in den Gletschern des St. Gotthardt, der Rhone auf der Furka, der Donau auf dem Schwarzwalde in der Nähe des Klosters St. Georg, des Tiber in den Apenninen, des Tago auf dem Berge San-Felipe, des Guadalquivir (Baetis der Alten) in der Sierra von Cazorla, des Ural in dem gleichnamigen Gebirge. Mehrere grosse Flüsse Russlands entspringen jedoch aus den Seen, welche dies grosse Land bedecken: die Wolga aus dem Woronow-See, der Don (Tanais) aus dem Iwan-See etc.

Mit den Flüssen Asiens ist es ebenso: die grosse Arterie Sibiriens, die majestätische Lena entspringt auf dem Baikalgebirge; der Jenissei auf dem Changai; der Syr (Jaxartes) im Westen des Bolor am nördlichen Abhange des Thian-Chan; der Amu (Oxus) auf mehreren Ausläufern des Bolor und des Hindu-Kosch; der Kuban (Hypanis des Herodot und Strabo, Verdanus des Ptolemäus) am nördlichen Abhange des Elburs; der Euphrat und der Tigris am Ararat; der Ganges, der heilige Fluss der Inder, auf den Bergen Klein-Tibets (seine Mündungen im Bengalischen Meerbusen wurden von Seleucus Nicanor entdeckt); die eine Quelle des Indus oder Sind auf dem Plateau von Palmyr. Die eine Quelle des Hoang-ho oder gelben Flusses kommt vom Kün-Lün, genauer vom Bayankara (v. Humboldt). Nach Barrow entspringt dieser Fluss aus zwei Seen mitten in den Bergen Kokonor in der Tartarei (35° nördl. Br.). Nach einem Laufe von 82 Meilen durchfliesst er parallel mit der grossen Mauer die Provinz Schen-si, geht dann noch 68 Meilen nordwärts, 34 östlich, schneidet die grosse Mauer zum zweiten Male, richtet sich 68 Meilen weit südlich und ergiesst sich endlich nach mehreren Kümmungen und nach einem östlichen Laufe von 90 Meilen in das gelbe Meer. Seine Gesammtlänge beträgt 340 Meilen. Nach einer annähernden Berechnung führt er stündlich 390 Millionen Cubikfuss Wasser in das Meer, also 1100mal mehr als der Ganges in den indischen Ocean ergiesst. Nach Lord Macartney enthält dies Wasser $^1/_{200}$ Schlamm aufgelöst; und Dr Shaw berechnet, indem er die Fläche des gelben Meeres zu 1269000. Quadratfuss annimmt, dass dieser Schlamm dasselbe in 24 Millionen Jahren ausfüllen würde.

In Amerika kommt der Mackenziefluss, welcher das Land der Eskimos bespühlt, aus dem Sklaven-See; der Missouri aus dem Felsengebirge, der Mississippi aus dem Leech-See, der Lorenzstrom aus dem Ontario-See. Der Rio de la Plata (Silberfluss) hat seine Quelle in den Gebirgen des südlichen Brasiliens; der San Francisco kommt von der Sierra von Canastra, der Orenoko von den Cordilleren in der Provinz Venezuela. Der Amazonenstrom kommt aus dem Lauricocha-See in den Andes und der Magdalenenstrom aus

dem Pampas-See. Ausserdem entspringen auf den Andes noch viele Ströme und Flüsse, welche sich in die beiden Oceane, den atlantischen und den stillen, ergiessen.

Man nimmt an, dass der Niger und der Senegal von den Gebirgen im Innern Afrikas zwischen dem 10. und 11. Grade n. Breite kommen. Die Alten betrachteten den Nil als einen Wunderfluss. Seine Quellen blieben lange unbekannt: Alexander, Ptolemäus und Cäsar suchten sie vergeblich; Bruce behauptete sie gefunden zu haben, allein Rennel bestritt die Angaben dieses berühmten Reisenden; dem französischen Naturforscher d'Abbadie war die Ehre dieser Entdeckung vorbehalten (?). Am 19. Januar 1846 gelangte er an die Hauptquelle des weissen Nils und am 17. August 1847 zu den Quellen des blauen Nils. Ihre Höhe über dem Meere, bestimmt durch die Siedetemperatur des Wassers, beträgt 8475 Fuss für den blauen Nil und 7404 Fuss für den weissen Nil. Die Temperatur der Quellen selbst ist 15° für jenen, und 13° für diesen. d'Abbadie bestimmte die Lage der Quellen des weissen Nils zu ungefähr 7°49′ n. Br. und 34°38′ östl. Länge von Paris, zwischen Inaria und Jumma-Kaka. Nach den Rechnungen dieses Forschers würde der Nil der längste Fluss der Welt sein und einen Lauf von 4321 geographischen Meilen haben.

Die Ueberschwemmungen des Nils sind für Aegypten eine unerschöpfliche Quelle des Reichthums. Sein Steigen beginnt Mitte Juni und nimmt 40, auch wohl 50 Tage lang zu; hierauf fällt er allmälig, so dass er ungefähr Ende Mai des nächsten Jahres seine mittlere Höhe erreicht. Vom Januar bis zum Mai hat der Nil eine sehr dunkelblaue Farbe; gegen Ende des Mai oder Anfangs Juni wird das Wasser, jedoch nur 40—50 Tage lang, grau, und dann sollen seine Ausdünstungen für die Anwohnenden sehr gefährlich sein. Hierauf wird die Farbe des Wassers so täuschend blutroth, dass es einem unkundigen Beobachter schwer wird, sich von der Täuschung zu überzeugen. Uebrigens ist das Wasser dieses Stromes stets etwas trübe, so dass man es erst klären und geniessbar machen muss, was nach Niebuhr dadurch geschieht, dass man die Gefässe, in denen es aufbewahrt wird, im Innern mit zu diesem Zwecke besonders präparirten bittern Mandeln reibt. Nach Shaw enthält der Nil während seines Steigens $^1/_{132}$ Schlamm, während die Menge desselben bei dem Rheine zur Zeit des Hochwassers nach Heuzinger $^1/_{100}$ beträgt.

Anaxagoras, Aeschylus, Sophokles und Euripides schreiben das Austreten des Nils dem in den äthiopischen Gebirgen geschmolzenen Schnee zu, und dies war überhaupt die Ansicht im Alterthume; jetzt weiss man, dass der wahre Grund die tropischen Regen in der Nähe der Quellen sind. Im 10. und 11. Jahre der

Regierung Cleopatras trat der Nil nicht aus; Callimachus erzählt sogar, dass in früheren Jahrhunderten dieser Strom neun Jahre sein Bett nicht verlassen habe. Auch andere Flüsse: der Niger, der la Plata, der Ganges und der Indus zeigen periodische Ueberschwemmungen. Der Irawaddy, der im Birmanen-Reiche ein Delta bildet, bietet dieselbe Erscheinung und wegen seines geschätzten Schlammes heisst er wohl auch der indische Nil. Der Euphrat befruchtet Mesopotamien durch seine jährlichen Ueberschwemmungen, die zu derselben Zeit, wie die des Nils eintreten, nämlich wenn die Sonne im Zeichen des Krebses steht. (Solin.)

Die Mehrzahl der Ströme hat demnach die Quelle in den Gletschern der Gebirge, weshalb eben auch ihr Wasser anfänglich kalt ist, und die Verschiedenheit ihrer Temperatur von der Wärme abhängt, die sie in ihrem Laufe von den Sonnenstrahlen und der umgebenden Luft aufnehmen. Da das Wasser ein schlechter Wärmeleiter ist und die Sonnenstrahlen schwerer als die Atmosphäre durchdringen lässt, so ist dasselbe in der Regel kälter als die Luft. Des Nachts verliert es einen Theil der Wärme, welche die oberen Schichten im Laufe des Tages empfangen haben, während es am Grunde kälter als oben bleibt, ausgenommen in den kalten Jahreszeiten und in den strengen Klimaten der dem Pole nahe gelegenen Länder. Hierbei müssen wir jedoch bemerken, dass man keine ausreichenden und nicht genug zuverlässige Beobachtungen besitzt, um in dieser Beziehung allgemeine Regeln aufstellen zu können. Vielleicht wird man, wie es bei den Quellen der Fall ist, sogar bei den Flüssen entdecken, dass sie eine der Lufttemperatur ziemlich gleiche mittlere Temperatur haben, oder wenigstens eine mehr gleichförmige und minder veränderliche.

Der schnelle Lauf der Flüsse ist bei ihrem Zufrieren ein Hinderniss, so dass sich dies nur in strengen Wintern ereignet. Das Eis bildet sich zunächst an den Ufern, wo die Strömung schwach ist, und steht mit der Uferstrecke im Verhältnisse, welche erkältend wirkt; dann werden die Schollen durch die Wellen fortgetrieben und diese geben nun Ansatzpunkte ab für die schwimmenden Schollen. Man darf jedoch nicht mit einigen Meteorologen glauben, dass sich in der Mitte und auf der Oberfläche der Ströme kein Eis bilden könne; denn die Erfahrung ergiebt das Gegentheil. Sie bestätigt ebenso, dass durch einen der Strömung entgegengesetzten Wind die Eisbildung befördert wird, wo man dann sagt, dass der Fluss mit Grundeis gehe. Hält der Frost an und vereinigen sich die auf der Oberfläche treibenden Schollen, so friert der Fluss völlig zu. Dass sich auf dem Grunde des Flussbettes Eis bilden könne, hat man bestritten; wir stellen aber diesen Theorien die Erfahrung und folgende Stelle des Admiral Wrangel entgegen: „Das Gefrieren des

Bolchoy-Anyui ebenso wie das der Mehrzahl der sibirischen Flüsse geschieht auf doppelte Weise. Wenn es zu gefrieren beginnt, bilden sich Eisstreifen längs der Ufer, die immer breiter werden, je mehr die Kälte zunimmt. Später bildet sich auch an steinigen Stellen Eis auf dem Grunde des Wassers. Die Menge der Gewächse, welche sich dort befinden, giebt demselben ein grünliches Ansehen. Die sich auf diese Weise bildende Eismasse vergrössert sich allmälig, bis sie ein gewisses Volumen erreicht hat, dann löst sie sich vom Grunde und steigt an die Oberfläche. Hier bilden sich diese mit Gewächsen, Sand und Kieseln vermischten Schollen schnell zu festem Eise um, und, indem sie sich aneinander ansetzen, dauert es nicht lange, bis die ganze Oberfläche des Wassers bedeckt ist.“*) [17])

Die Seine gefriert zu Paris bei einer Temperatur von 9 bis 10 Grad. Bei den Bewohnern dieser Hauptstadt steht der Winter von 1819 zu 1820 immer noch im Andenken, wo mehrere Tage lang Spaziergänger in Menge auf dem Eise dieses Flusses lustwandelten. Der zum Gefrieren erforderliche Kältegrad ist natürlich nach der Grösse des Stromes und nach der Geschwindigkeit seiner Strömung verschieden. Die Rhone bei Lyon gefriert bei einer Temperatur von 15 Grad, während bei der Stadt Arles 18 Grad dazu nöthig sind. Die Dicke der Eisschicht ist sehr verschieden; gewöhnlich bilden sich ihrer mehrere, die — obgleich unter sich verschieden — zusammenhängen. In dem Winter 1821 fand man auf einigen Seen Amerikas 15 Zoll dickes Eis aus 21 Schichten, die an Dicke immer dünner waren, wiewohl die Kälte fortwährend zugenommen hatte. [18])

FÜNFTES CAPITEL.

Temperatur der Seen.

Gewisse Seen können als Vertiefungen der Erdoberfläche angesehen werden, die sich durch Quellen, durch Regenwasser und selbst durch Flüsse, welche sich in dieselben ergiessen oder sie durchströmen, füllen; andere jedoch scheinen eher Binnenmeere zu sein, welche der Ocean bei seinem Zurückweichen von dem Festlande zurückgelassen hat, z. B. das Caspische Meer und der Aral-See. Dem Caspischen Meere kommt in Hinsicht der Wassermasse der Superior oder Obere See in Nordamerika am nächsten, der von dem

*) *Le Nord de la Sibérie*, t. II. p. 43.

Lorenzstrome durchflossen wird und ausserdem mehr als 30 Flüsse aufnimmt. Der Superior hat nicht weniger als 250 Meilen im Umfange, das Caspische Meer 400. Die Ausdehnung des letzteren soll abnehmen und das Niveau sinken, ungeachtet sich viele Flüsse in dasselbe ergiessen, von denen die bedeutendsten die Wolga, der Ural, der Kur und der Terek sind.

Mitten in den asiatischen Steppen findet man eine ganze Reihe von Seen, welche nach der Meinung der Kirghisen ehedem ein einziges Bassin gebildet haben. Die alten Chinesen sprechen von einem grossen bitteren See im Innern Sibiriens, aber jedenfalls bezieht sich dies auf die Wüste Gobi. Nach v. Humboldt's Ansicht trocknet das Bassin des Aral-Sees und die ganze Reihe von Seen von Aksakal-Barbi bis zu den Sümpfen der Barada-Steppe immer mehr aus und ihr Umfang wird immer kleiner, eine nothwendige Folge davon, dass die Ausdünstung und das Volumen des Wassers, welches die Zuflüsse und der Regen hinzuführen, mit einander nicht im Gleichgewichte stehen. Der Baikal-See, an der Grenze von China und Sibirien, zeichnet sich vor allen Seen dieses Landes durch seine Grösse aus. Der See Poyang (China) scheint ebenfalls ein kleines Meer zu sein. Er nimmt mehrere Flüsse auf und speisst eine Menge Canäle. Seine Wellen erheben sich bisweilen so hoch, wie die des Oceans. Das europäische Russland ist mit Seen bedeckt, von denen mehrere den Seen der Schweiz, die durch ihr reines und ruhiges Wasser die Bewunderung der Reisenden erregen, zur Seite gestellt werden können; andere z. B. der Onega-See und der Ladoga-See sind wohl mehr als Fortsetzungen des Meeres anzusehen.

Die Seen scheinen durch ihre grosse Wassermasse auf den thermometrischen und hygrometrischen Zustand der Länder einen merklichen Einfluss auszuüben. Man nimmt an, dass die an ihrer Oberfläche stattfindende Verdunstung eine kühle und feuchte Atmosphäre bedingt.[19]) Ihre Temperatur hängt, wie die der Flüsse, ab von den Sonnenstrahlen und von der atmosphärischen Luft, und einigermassen von der Erdwärme. Es ist jedoch zweifelhaft, ob die Wärmestrahlen bis 1000, 1200 und sogar 1500 Fuss, denn so tief sind einige von ihnen, einzudringen vermögen. Hat sich das Wasser bis auf 4 Grad, den Punkt seiner grössten Dichtigkeit, abgekühlt, so sinkt es durch seine Schwere unter, so dass man annehmen kann, dass auf dem Grunde eine beständige Temperatur von ungefähr 4 Grad herrscht, wie auch dieselbe an der Oberfläche sein mag. Die Strömung und die Wellenbewegung sind nicht stark genug um dies Resultat wesentlich zu beeinflussen, und die Erfahrung bestätigt überdies diese Theorie. Die ersten Beobachtungen über die Temperatur der Seen hat de Saussure angestellt, und

schon dieser bestätigte, dass das Wasser in grossen Tiefen ungefähr 5 Grad hielt. Dass die Dichtigkeit des Wassers mit der Temperatur nicht im Verhältniss steht, war ihm unbekannt.

Im Mai, September und October 1819 und 1820 stellte de la Bèche auf dem Genfer-, Thuner- und Zuger-See viele Versuche an, bei denen er folgende Resultate erhielt. Von 1 bis 5 Klafter war die Temperatur des Genfer-Sees zwischen 19,°34 und 17,°70; von da an stieg sie beständig mit der Tiefe, allein von 90—164 Klafter fand er unveränderlich 6,°39. Auf dem Thuner- und Zuger-See fand de la Bèche, bei einer Temperatur an der Oberfläche von 15,°55, bei 50 und 100 Klaftern Tiefe 5°,27. Anders verhält es sich jedoch, wenn das Wasser an der Oberfläche gefroren ist; denn dann steigt die Temperatur nach und nach bis zu der Temperatur der grössten Dichtigkeit des Wassers. Dass das Gefrieren bis auf bedeutende Tiefen gehen könne, ist nicht einmal in den kältesten Ländern wahrscheinlich: zunächst weil die erste Eisschicht, da sie leichter als Wasser ist, an der Oberfläche bleibt; dann weil selbst eine starke Kälte doch nur auf diese erste Schicht und die ihr nächsten wirkt, ohne die Grenze der grössten Dichtigkeit erreichen zu können. Hätte das Wasser nicht bei 4 Grad seine grösste Dichtigkeit, so würden die Seen bis auf den Grund gefrieren, und kein lebendes Wesen könnte dann in denselben ferner bestehen.

SECHSTES CAPITEL.

Grösse und Tiefe der Meere.

Im Mittelalter war man der Ansicht, die auch Christoph Columbus theilte, dass das Meer nur ein Siebentel der Erdoberfläche bedecke, aber nach Rigaud in Oxford steht die Oberfläche des festen Landes zu der der Meere im Verhältnisse von 100 zu 270. Das stille Meer nimmt für sich allein eine grössere Fläche ein, als das gesammte Festland.

Um die Wassermasse, welche die Meere enthalten, zu schätzen, müsste man die Tiefe derselben wenigstens annähernd kennen. Nach Plutarch hielten es die alexandrinischen Physiker für selbstverständlich, dass die höchsten Stellen des Festlandes die grössten Tiefen des Oceans an Höhe nicht übertreffen könnten. Buffon sagt: „Um sich von der ungeheuren Wassermasse, welche die Meere enthalten, einen Begriff zu machen, kann man eine für alle Meere gleiche Tiefe annehmen, und setzt man diese auch nur 200 Toisen

oder dem vierundzwanzigsten Theile einer Meile gleich, so wird man die Masse doch ausreichend finden, um den ganzen Erdball bis zu einer Höhe von 600 Fuss zu bedecken, und denkt man sich dieselbe in ein einziges Ganze vereinigt, so wird man eine Kugel von mehr als 30 Meilen Durchmesser erhalten." (*Buffon, Théorie de la Terre.*)

Nach de la Bèche beträgt die mittlere Meerestiefe 10000 bis 15000 Fuss, während er die mittlere Höhe des Festlandes über dem Meeresspiegel noch nicht 10000 Fuss gross setzt. Diese letztere Angabe scheint uns indessen viel zu hoch gegriffen zu sein; denn v. Humboldt schätzt diese mittlere Höhe nur auf 978 Fuss. Das Festland könnte man also so vertheilen, dass die ganze Oberfläche des Erdballes von dem Ocean bedeckt wäre. Es ist wahrscheinlich ursprünglich auch der Fall gewesen, dass das Wasser die Erde gleichförmig bedeckte, als sie an ihrer Oberfläche erstarrte. Erst später wurde dasselbe verdrängt und verlief sich in die Abgründe, welche durch die heftigen Reactionen des feurigflüssigen Erdinneren und durch das Aufsteigen der Gebirge entstanden.

Laplace glaubte aus seiner Fluththeorie den Schluss ziehen zu dürfen, dass die mittlere Höhe der Continente der mittleren Meerestiefe gleich sei; doch gab er selbst gar bald diese Ansicht auf. A. v. Humboldt ist seinerseits überzeugt, dass die mittlere Höhe der Continente fünf oder sechsmal geringer ist, als die Meerestiefe, die er auf 5872 Fuss schätzt. Auf welcher Seite soll man da das Wahre suchen? Die Erfahrung giebt uns bis jetzt durchaus keinen sicheren Anhalt. Officiere der Marine der nordamerikanischen Freistaaten haben in neuester Zeit eine Peilung des atlantischen Oceans ausgeführt, von Virginien bis nach Madeira, und 16725 Fuss als mittlere Tiefe gefunden, während dieselbe im Golf von Mexiko von Tampiko bis Florida nur etwa 3000 Fuss beträgt. Zwischen Spitzbergen und der Küste von Grönland kam man bis zu einer Tiefe von fast 8000 Fuss ohne den Grund zu erreichen.[20])

Capitain Bérard hat das Senkblei an einer seidenen Leine von einer halben Linie Durchmesser, so dass ein Mann dasselbe leicht handhaben konnte, bis auf etwa 8300 Fuss hinabgelassen, was vor ihm noch nie ausgeführt war. Tessan kam bei Versuchen über Temperaturbestimmung des Meeres bis auf 12700 Fuss Tiefe, wobei aber der ungeheure Druck von 400 Atmosphären die Röhren platt drückte und die Thermometer zerbrach. Unter den Tropen ist es gelungen, das Senkblei bis auf 26190 Fuss Tiefe hinabzulassen, ohne den Meeresgrund zu erreichen, ja selbst bis auf 43467 Fuss soll es geschehen sein.

Auf der südlichen Halbkugel haben die Meere ihre grösste Ausdehnung. Süd-Amerika, Neuholland und der Theil Afrikas vom

Cap bis zum Aequator nehmen noch nicht einen halb so grossen Flächenraum ein, als das Festland der nördlichen Halbkugel. Das einzige bedeutende Land, welches sich weiter nach dem Südpole zu erstreckt, Süd-Amerika, läuft in Patagonien und in Feuerland spitz zu; sein Flächenraum, selbst wenn man die kleinen Inseln des südlichen atlantischen Oceans noch hinzurechnet, kommt noch nicht der ungeheuren Fläche gleich, welche sich in Lappland über den Polarkreis erstreckt und sich von Norwegen und dem europäischen Russland bis zu dem äussersten Ende Kamtschatkas erstreckt. Zwar ist durch Weddel und durch die Entdeckung des südlichen Polarlandes durch den Capitain Ross zu dem bereits bekannten Festlande noch eine ziemliche Fläche hinzugekommen, dessen ungeachtet bleibt aber die Grösse des festen Landes auf der nördlichen Halbkugel immer noch viel bedeutender.

SIEBENTES CAPITEL.

Temperatur der Meere.

Die Temperatur der Meere zeigt einige unerwartete und sehr beachtenswerthe Anomalien. So ist der Ocean, ungeachtet er fast ununterbrochen durch Ebbe und Fluth, durch Winde und Stürme in Bewegung gehalten wird, in den verschiedenen Stunden weniger Veränderungen unterwerfen, als die Luft über dem Festlande. Während unter dem Aequator der Unterschied der Temperatur des Tages und der Nacht im Innern der Länder 5 bis 6 Grad beträgt, macht derselbe auf dem hohen Meere nur 1, höchstens 2 Grad aus. In mittleren Breiten zeigt sich dasselbe und sogar noch auffallender, denn auf dem Meere beträgt die Veränderung kaum 2 bis 3 Grad, während auf dem Lande die Nacht 10, 12 und sogar 15 Grad kälter ist, als der Tag.

Man ist im Allgemeinen der Ansicht, dass das Wasser des Meeres, der Seen und der Flüsse nicht so warm sei, als die Luft, auch fühlt man wirklich beim Baden selbst in den wärmsten Monaten anfangs stets einen leichten Frostschauer. Aber Capitain Duperrey erhielt, als er unter den Tropen von 4 zu 4 Stunden die Temperatur der Luft und des Meeres bestimmte, das unerwartete Resultat, dass das Wasser wärmer als die Luft ist. Unter 1850 Beobachtungen war die Luft 479 mal wärmer als das Meer, und das Meer 1371 mal wärmer als die Luft; in mittleren Breiten findet für gewöhnlich Gleichheit statt und in den Polarregionen ist das Meer viel wärmer. Dies von Caipitain Duperrey als zuverlässig bezeichnete Resultat

ist durch spätere Beobachtungen noch nicht widerlegt worden und lässt sich leicht erklären; denn wenn sich bei Tage das Meer an seiner Oberfläche nicht so sehr, wie die Luft erwärmt, so verliert es auch während der Nacht die aufgenommene Wärme natürlich schwerer. Man kann es also als eine feststehende Thatsache ansehen, und es ist dies jedenfalls für die Meteorologie und Klimatologie äusserst wichtig, dass das Wasser des Meeres eine weit gleichbleibendere Temperatur hat, als die Atmosphäre. Aus diesem ersten Resultate folgt nun ein nicht minder wichtiges zweites, nämlich dass die Luft an der Oberfläche der Meere gemässigter ist, als über dem Festlande; ein Punkt, auf welchen v. Humboldt fortwährend in seinen Werken hinweist.

Die Frage nach der Temperatur des Meeres in verschiedenen Tiefen ist noch lange nicht gelöst und selbst die Elemente, welche der Beobachtung zur Grundlage dienen, sind noch lange nicht festgestellt und übereinstimmend. Die ununterbrochene Bewegung der Meereswogen, die der submarinen von den Polen nach dem Aequator hingehenden Strömungen, verändern beständig die Temperatur der Meere, und daraus folgen nothwendig bisweilen unbestimmte und mit einander in Widerspruch stehende Resultate: „An diesem bedauerungswürdigen Mangel an Uebereinstimmung sind nicht etwa blos die praktischen Schwierigkeiten Schuld, mit welchen man bei derartigen Untersuchungen zu kämpfen hat, sondern noch weit mehr die Unvollkommenheit der Instrumente und die Unterlassung von Vorversuchen, welche nöthig sind, um aus ihren Angaben ein zuverlässiges Resultat zu gewinnen.“ (Academie der Wissenschaften, März 1849.) Folgendes sind die unter verschiedenen Breiten gefundenen bemerkenswerthesten Resultate.

Marsigli will gefunden haben, dass bei einer Tiefe von 10 und mehr Klaftern die Temperatur des Wassers stets 10 Grad betrage und nie um mehr als $^3/_4$ Grad differire, so dass er zu dem Schlusse kommt, die Temperatur des Meeresgrundes sei stets ungefähr 10 Grad. Nach von Mairan's Ansicht steigt das untere Wasser, als das wärmere und mithin leichtere, fortwährend in die Höhe und ertheilt hierdurch der ganzen Masse eine durchweg ziemlich gleiche Temperatur. Dies war auch die Ansicht von Denis von Montfort. Aus den Beobachtungen des Letzteren geht jedoch hervor, dass bei einer Lufttemperatur von 24°,5, im Schatten die des Meeres 18°, 16° und sogar nur 13° betrug.

Péron hatte sich ein sinnreiches Thermometer zur Ermittelung der Meerestemperatur in verschiedenen Tiefen erdacht. Seine Hauptergebnisse sind folgende:

1) Die Temperatur des Meeres an der Oberfläche ist, weit ab von Flüssen, Mittags niedriger und Mitternachts höher als die der

Luft im Schatten; des Morgens und des Abends sind sie ziemlich im Gleichgewichte.

2) Nähert man sich dem Festlande und grossen Inseln, so steigt die Meerestemperatur.

3) Die Temperatur des Meeresgrundes ist, weit ab von Flüssen, im Allgemeinen niedriger als an der Oberfläche und die Kälte ist um so grösser, je bedeutender die Tiefe ist.

Der berühmte Seefahrer folgert hieraus, dass die tiefsten Abgründe des Meeres, wie die Gipfel hoher Gebirge, selbst unter dem Aequator mit ewigem Eis erfüllt seien, womit jedoch die Erfahrung in Widerspruch steht und wozu auch jeder ausreichende Grund fehlt. Auf Cooks zweiter Reise fand Doctor Forster ganz abweichende Resultate. Am 27. September 1772 unter 24°44′ s. Br. zeigte das Meer an seiner Oberfläche 21°,5, und das 80 Faden tief herabgelassene Thermometer gab 20 Grad. Am 12. October unter 34° 48′ s. Br. zeigte das Thermometer 15° an der Oberfläche und 14°,4 in 100 Faden Tiefe. Am 15. December unter 55° s. Br. war das Wasser an der Oberfläche — 1°,1, und in 100 Faden Tiefe + 1°,1. Am 23. December unter 52°26′ fand man an der Oberfläche 0° und in 100 Faden Tiefe + 1°,5. Am 13. Januar 1773 unter 64°1′ erhielt man an der Oberfläche 1° und 0° in 100 Faden Tiefe.

Die Versuche des Lord Mulgrave und die von Irving haben zwar weniger Werth, doch geht aus den letzteren soviel hervor, dass in den Polarmeeren die Temperatur mit der Tiefe steigt, ein Resultat, welches auch Scoresby und Capitain Ross bestätigen. So fand der Letztere in 100 Faden Tiefe — 1°,11; 2°,28 bei 400 und 3°,33 bei 600 Faden. Scoresby erhielt an der Oberfläche einmal — 1°,66 und bei 400 Faden 2°,22; an einer anderen Stelle der See 0° an der Oberfläche und 3°,33 bei 761 Faden Tiefe.

Ganz entscheidend scheinen uns die Beobachtungen des Capitain Kotzebue zu sein. Unter den Tropen fand er an der Oberfläche des Meeres 22°,16; in 25 Faden 13°,94; in 100 Faden 11°55; in 300 Faden 6°,66. Mehr südlich zeigte das Wasser an der Oberfläche 19°,44; in 35 Faden 9°,72; in 196 Faden 3°,77. Die Beobachtungen Sabine's, Parry's und Franklin's bestätigen diese von Kotzebue mit soviel Sorgfalt gewonnenen Resultate, aber sie stehen mit denen Beechey's nicht im Einklang; denn dieser ist der Meinung, dass unter allen Breiten das Wasser an der Oberfläche weniger kalt sei, als in den unteren Schichten. In der Nähe der Behringsstrasse zeigte das Thermometer, während es an der Oberfläche 6°,3 angab, in 20 Faden Tiefe nur — 1°.

Die Mitglieder der wissenschaftlichen Commission, welche sich auf der Corvette la Recherche bei ihren Fahrten durch die arktischen Meere befanden, richteten auch auf die vorliegende Frage ihre

Aufmerksamkeit. Bei den vier Fahrten zwischen Hammerfest in Lappland (70°40′ n. Br.) und Spitzbergen bis zu 79°34′ n. Br. machten Bravais, Pottier und Martins, in den Sommern der Jahre 1838 und 1839, 305 Beobachtungen an der Oberfläche des Meeres und in grossen Tiefen. Aus ihren Beobachtungen zogen sie folgende Schlüsse.

1) Mitten im Sommer ist die Temperatur des Eismeeres ziemlich der der Luft gleich.

2) Im Mittel ist jedoch die Temperatur des Meeres etwas höher durch den Einfluss des Golfstromes, dessen Ausgangspunkt im Busen von Mexiko ist und dessen letzte Verzweigungen nach der Westküste Spitzbergens sich verlaufen.

3) Zwischen 70°40′ und 79°33′ n. Br. nimmt während des Juli und August die Temperatur des Eismeeres mit der Tiefe ab; doch bleibt sie über Null wenigstens bis zu 2770 Fuss Tiefe, welches die grösste Tiefe war, die man erreichte.

4) Die Abnahme ist gleichförmig und beträgt auf 100 Fuss im Mittel 0°,212. Diese Gleichförmigkeit und dies Verhältniss kann indessen durch die Nähe von Eisbergen gestört werden.

5) Beträgt die Tiefe nicht über 225 Fuss, so ist die Temperatur der Schicht, welche den Meeresboden bedeckt, unter Null.

6) Die Temperatur dieser Schicht beträgt im Mittel — 0°,75 und ist mithin höher als die der grössten Dichtigkeit und als der Gefrierpunkt des Meerwassers. (Academie der Wissenschaften, 13. März 1848.)

Aus den vorstehenden Thatsachen kann man mit Sicherheit den Schluss ziehen, dass unter den Tropen und in mittleren Breiten die Temperatur der Meere mit der Tiefe bis auf 4°,44 abnimmt. Obgleich das Senkblei den Grund selten erreicht, kann man doch annehmen, dass dies im Allgemeinen die Temperatur in den Abgründen des Meeres ist. Zwar hat der Admiral Dupetit-Thouars in den heissen und gemässigten Zonen bei einer gewissen Tiefe 3°,2 und 2°,8, sogar nur 2°,5 gefunden; man darf aber wohl diese Resultate, ebenso wie bei denen von Bravais, Pottier und Martins, submarinen von den Polen nach dem Aequator zugehenden Strömungen zuschreiben. Wenigstens möchte man auf keine andere Weise die bedeutende Abkühlung des Meeres in diesen Regionen erklären können; denn nach v. Humboldt's Bemerkung ist in der heissen Zone die Temperaturerniedrigung der Luft nie gross genug, um ein Niederfallen der an der Oberfläche abgekühlten Wassertheilchen durch ihre eigene Dichtigkeit bis zu den Abgründen des Meeres möglich zu machen. Warum auf dem Grunde des mittelländischen Meeres keine niedrigen Temperaturen angetroffen werden, das hat Arago auf eine scharfsinnige Weise erklärt; der untere Strom näm-

lich, sagt er, verhindert die von den Polen kommenden Gewässer in das Bassin desselben einzudringen. [21])

Die Mehrzahl der Beobachtungen beweist, dass in den Polarmeeren, die fast fortwährend mit Eis bedeckt sind, die Temperatur im Gegentheil mit der Tiefe steigt, wiewohl nur innerhalb bestimmter Grenzen und wahrscheinlich nur bis zu 4°,44. Wie soll man nun dies Resultat in Breiten, in denen fortwährend strenge Kälte herrscht, in denen das Thermometer fast das ganze Jahr hindurch unter 20, 30 und selbst unter 40 Grad steht, erklären? Ist dazu die durch die verschiedenen Strömungen herbeigeführte Mischung der Gewässer des Oceans ausreichend? Wir meinen nicht; sondern wahrscheinlicher ist wohl, dass diese gemässigten Temperaturen zum Theil wenigstens von der Eigenwärme des Erdkörpers herrühren.

ACHTES CAPITEL.

Polareis.

Die ungemeine Kälte, welche in den den Polen zunächst liegenden Zonen herrscht, muss unvermeidlich das Zufrieren des Meeres auf einer ungeheuren Fläche herbeiführen. Dennoch haben manche Beobachter behauptet, dass das Wasser hier nicht gefrieren könne, davon ausgehend, dass ja dies Phänomen auf unseren Häfen bei der Temperatur, bei welcher die Flüsse zufrieren, nicht eintrete. Da die auf der Oberfläche des Meeres befindlichen Eisschollen nur süsses Wasser geben, so könnte man allerdings schliessen, dass sie zweifelsohne von den Flüssen herrührten, welche in der Nähe der Pole münden, oder von Quellen, welche aus Untiefen des Oceans aufsteigen; allein diesen hypothetischen Ansichten fehlt jede feste Grundlage. Die ungeheure Eisanhäufung in den Polarmeeren umfasst mehrere Breitengrade, und kann jedenfalls nur von den Meeren selbst herstammen. Im Norden von Novaja-Semlja am Cap Taimura bildet das Eis selbst im Sommer eine undurchdringliche Wand. Auf dem Lande bei Cap Taimura, welches wahrscheinlich bis $78^1/_2$ Grad der Breite reicht, unweit der Mündung der Jana, fällt die mittlere Jahrestemperatur bis unter — 16°, und die des Winters ist — 38°,5.

Das Meerwasser gefriert nach Ure um so schwerer, je grösser sein Salzgehalt ist; ausserdem muss man auch der starken Wellenbewegung, die der Eisbildung hinderlich ist, Rechnung tragen. Folgende Tabelle ist ein Auszug aus Ure's Wörterbuche.

Gefrierpunkt des Wassers mit Rücksicht auf seinen Salzgehalt.

Gewöhnliches Wasser								gefriert bei		0,00 C.
95,84	Theile	Wasser	und	4,16	Theile	Seezalz	„	„	—	2,50 „
93,75	„	„	„	6,25	„	„	„	„	—	3,66 „
90	„	„	„	10	„	„	„	„	—	10,27 „
83,9	„	„	„	16,1	„	„	„	„	—	12,50 „
77,8	„	„	„	22,2	„	„	„	„	—	13,77 „
75	„	„	„	25	„	„	„	„	—	15,55 „

Diese Tabelle zeigt, dass bei dem stärksten Salzgehalte, nämlich bei 25 Procent das Wasser erst bei — 15°,55 gefriert; da nun im Jahre länger als 9 Monate die Lufttemperatur an den Polen unter — 20 und — 30 Grad beträgt, so reicht dies zur Erklärung der Eisbildung vollständig aus.

Da das Eis in den Polarmeeren beim Schmelzen nur süsses Wasser giebt, so fragt es sich, was aus dem ausgeschiedenen Salze wird. Es ist anzunehmen, dass das übrig bleibende Flüssige dasselbe aufnimmt; aus einer Stelle des Admiral Wrangel muss man jedoch folgern, dass dasselbe unter gewissen Umständen auch eine Kruste um die Eisschollen bilden kann. Er fand nämlich bei seinen Excursionen auf dem Polarmeere oft Eisfelder, die mit einer Salzschicht und kleinen Salzkrystallen bedeckt waren, und er macht darauf aufmerksam, dass die Seeleute und die, welche sich auf das Eis hinaus wagen, kein Salz zu ihren Speisen mit sich zu nehmen brauchen, da sie darauf rechnen können, solches auf dem Eise zu finden.

In einem Anhange zu seiner „Reise im Norden Sibiriens“ macht eben derselbe einige interessante Bemerkungen über die Eisbildung. Eine beträchtliche Menge Eis wird dem Meere von den vielen Flüssen zugeführt, die sich in dasselbe ergiessen. An den weniger tiefen Stellen nach den Küsten zu findet sich fortwährend Eis; das hohe Meer hingegen gefriert erst gegen das Ende des Octobers fest zu und erst im Monat Juli bricht es wieder auf. Vorher jedoch schon und bisweilen sogar im Winter bilden sich Spalten, durch welche eine Verschiebung der Eiskruste möglich wird, die dann die Winde vollends zerbrechen.

„Das Eismeer, sagt Admiral Wrangel, bietet denselben Anblick wie die Eisregionen des nördlichen Sibiriens, d. h. man sieht weite, ganz kahle Stellen, die hier und da von Bergketten unterbrochen sind. Die Oberfläche dieser Flächen ist wellenförmig, und sie sind tief mit eishartem Schnee bedeckt; stellenweis finden sich offene Räume, die grossen Seen und Teichen gleichen, sowohl in der Ebene, als in den Vertiefungen zwischen Eisbergen.“

Jäger, Leute, die nach Mammuthzähnen suchen, unerschrockene

Reisende wagen sich auf diese gefahrvollen Gefilde; sie schlagen da ihre Zelte auf, nehmen da ihr Lager, zünden da Feuer an. Mit Eisbären und Polarfüchsen haben sie hier bisweilen förmliche Schlachten zu schlagen; aber diese Gefahr kommt kaum in Betracht gegen das furchtbare Element, welches schon so viele Opfer verschlungen hat. Das Eisfeld zeigt die seltsamsten Formen. Der Horizont erstreckt sich von dem Gipfel der Erhöhungen, die man hier antrifft, aus in weite Ferne und scheint von einer bläulichen Bergkette begrenzt; die Umrisse der Gebirge sind scharf, man glaubt die Thäler und die Felsen zu unterscheiden; man freut sich das ersehnte Land gefunden zu haben und schreitet ermuthigt vorwärts. Indessen das Land war ein Trugbild, ein vom Meere aufgestiegener Dunst und der Wind rückt es immer weiter hinaus in einen neuen fernen Horizont.

Wenn im Sommer diese Eismassen bersten, erblickt man ein ebenso schreckliches, wie majestätisches Schauspiel. Das Meer befreit sich von dem Eise, von welchem es den ganzen Winter hindurch in Fesseln gehalten war. Man sieht ungeheuere Eishaufen auf den Rücken der Wellen emporsteigen, mit Krachen herabstürzen und schäumend in dem Abgrunde verschwinden. Nichts vermag von dieser schrecklichen Zerstörung eine Idee zu geben. Die eben noch todtenstille und unbewegliche Meeresfläche wird auf einmal erschüttert, berstet mit fürchterlichem Getöse und von den Wogen gehobene Eisberge schiessen wie leichte Holzsplitter gen Himmel.

Ienseits dieser zerbrochenen Massen, dieser ungeheuren Blöcke entdeckt man bisweilen offenes Meer, welches die Bewohner Sibiriens Polina nennen. In diesen offenen Stellen schwimmen unermessliche Schollen, auf welche sich manchmal unzählbare Schwärme schwarzer Enten niederlassen. Diese Vögel verkünden in Sibirien das Ende des Winters. Admiral Wrangel schildert bei der Rückkehr von einer Expedition in das Polarmeer das Glück, welches er empfand, als er die trostlose Küste Sibiriens wiedersah, in folgender Weise: „Nach sechs und vierzigtägiger Reise in den wüsten Flächen des Eismeeres, mitten in ewigem Schnee und Eis, unter fortwährendem Kampfe mit Elend und Gefahren, ohne Holz um ein Feuer anzumachen und ausser einem leichten Zelte ohne jedes Obdach für unsere von der Kälte und den Polarstürmen erstarrten Glieder, begrüssten wir mit hoher Freude das Land und die nahe liegenden Hügel. Des wilden Aussehens ungeachtet erschienen sie unseren müden Augen doch schön und anziehend. Ein zu grünen beginnendes Moos, kümmerliches Gesträuch und das Zwitschern einiger kleinen Vögel verkündeten uns den anbrechenden Frühling und unsere Wiederankunft in einem bewohnten Lande.“ Und dies Land, welches Admiral Wrangel und seine Begleiter mit so heisser Liebe begrüssten, war Sibirien! So ist das Glück bedingt durch die beson-

deren Verhältnisse unseres Lebens, so bilden sich unsere Freuden aus Contrasten, und so gewährt die blosse Erinnerung an überstandene Leiden der nun von ihnen erlösten Seele einen süssen Trost!

Mit nicht minder lebhaften Farben hat Capitain Scoresby, welcher zwölf Reisen in die arktischen Meere gemacht hat, das Schauspiel beschrieben, welches ihm das Polareis an den Küsten Spitzbergens und Grönlands darbot. Nach diesem berühmten Seefahrer hat dies Eisfeld, dessen Grenzen man von der Spitze der Schiffsmasten aus nicht zu erblicken vermag, eine Grösse von wenigstens 75 bis 100 Quadratmeilen. Bisweilen ist die Oberfläche so eben und zusammenhängend, dass ein Fuhrwerk ohne Hinderniss leicht 15 bis 20 Meilen darauf zurücklegen könnte; zu anderen Zeiten ist sie voller Erhöhungen mit den verschiedensten und seltsamsten Umrissen, die in der schönen grünlichblauen Farbe der ausgezeichnetsten Topase strahlen. Die Dicke der Eisschollen, die bald von den Wellen gehoben werden, bald untertauchen, beträgt nicht unter 130 bis 200 Fuss. In der Baffinsbai sollen Eisschollen angetroffen worden sein, welche sich höher als 120 Fuss über die Wasserfläche erhoben, was eine Gesammthöhe von über 600 Fuss voraussetzt. Dumont d'Urville sah auf seiner Reise nach dem antarktischen Pole am 9. Februar 1838 eine Eismasse von 66000 Fuss Länge und über 100 Fuss Höhe mit verticalen Wänden; manche Eisschollen ragen 150 Fuss hoch über das Meer. *) Die im Jahre 1851 zur Aufsuchung Sir John Franklin's ausgeschickte Expedition wagte sich, nachdem sie in Opernavik auf der Grönländischen Küste Rast gehalten hatte, noch weiter nordwärts in die Baffinsbai und gelangte unter tausend Gefahren bis zu 75° n. Br. Die Eisberge, sagt der Marinelieutenant Bellot, welche Capitain Kennedy bei dieser gefahrvollen Unternehmung umgaben, hatten 200 bis 300 Fuss Höhe über dem Wasser; ihre Fahrt wurde bisweilen von Eisbänken gehemmt, die 4 bis 5 Quadratmeilen gross waren **) [22])

Die beinahe fabelhafte Reise des Capitain Weddel könnte zu der Annahme verleiten, dass das Meer in den antarktischen Regionen tiefer und die Temperatur weit gelinder sei, als in der nördlichen Hemisphäre; denn nachdem er über die Orkaden und Neu-Schetland hinaus war, traf er auf ein offenes Meer, von dem er glaubte, dass

*) Nach einigen Angaben verhält sich der über das Wasser hervorragende Theil zu dem eintauchenden wie 1 zu 4; nach Dumont d'Urville wie 1 zu 7; nach anderen endlich wie 1 zu 12.

**) Dieser muthige Franzose nahm an einer neuen Expedition Theil, welche in die arktischen Meere ausgesendet wurde. Nach den letzten Nachrichten wurde Bellot, als er von einer Station eine Depesche nach einer anderen bringen wollte, von einem Windstosse umgeworfen, stürzte dabei in eine Eisspalte und verlor so sein Leben.

es sich bis zu dem Pole erstrecke. Allein die Berichte anderer Seefahrer bestätigen den von Weddel durchaus nicht. Seine Verwegenheit wurde wahrscheinlich durch ganz aussergewöhnliche Umstände begünstigt, die ohne Zweifel nur sehr selten eintreten. Cook konnte nicht weiter, als bis zum 71. Grad s. Br. vordringen, und während das Eis im Monat Mai bisweilen bis zum 81. Grad nördlicher Breite schmilzt, steht es in der Südsee das ganze Jahr hindurch unter dem 60. Grad; ja man trifft bisweilen ungeheure Eisschollen unter dem 50. und selbst unter dem 48. Grade an.

Die im Jahre 1838 mit den Schiffen Astrolabe und Zélée unter Leitung des unglücklichen Dumont d'Urville unternommene Reise hat über die antarktischen Meere viel genauere, man kann sagen viel authentischere Nachrichten geliefert, als die vorhergehenden: „Unter allen früheren Seefahrern, sagt der Letztere, war Weddel der einzige, dessen Vorgange ich mit einiger Hoffnung auf Erfolg folgen konnte, um gegen Süden vorzudringen. Cook nämlich wurde im Jahre 1775, nachdem er an anderen Stellen der Erde weiter hatte vordringen können, vom 60. Grade an, ungefähr in der Länge der Sandwichs-Inseln, durch Eis festgehalten; Bransfield fand 1820 in einer Breite von beinahe 65° den Weg durch Eisfelder versperrt; Cowel konnte 1821 nicht weiter als bis zu 62°30′ vordringen; in neuester Zeit liess endlich Biscoe, nachdem er auf anderen Meridianen verschiedene Versuche gemacht hatte, diesen ganzen Raum ununtersucht und wurde ungefähr im Meridian der Sandwichsinseln, ziemlich an derselben Stelle wie Cook, in seiner Fahrt gehindert. Weddel behauptete hingegen, dass er ohne Schwierigkeit den 74° erreicht habe und zwar, was das Ueberraschendste ist, ohne irgend ein Hinderniss oder gar eine Eisbank angetroffen zu haben; ausserdem sollte nach seinem Berichte in diesen hohen Breiten das Meer ziemlich schön und die Temperatur gemässigt sein. Alles dies musste mich bestimmen, den von diesem Seefahrer eingeschlagenen Weg zu verfolgen, um den von ihm erreichten Punkt zu gewinnen und, wenn es die Umstände gestatteten, wohl gar noch weiter zu gehen.“

Dumont d'Urville stiess jedoch am 15. Januar in 59°30′ schon auf Eis. Gleichwohl drang er noch über die Stelle vor, bei welcher Cowel hatte umkehren müssen, und erreichte den Strich Weddel's. Am 22. Februar entdeckte er aber unter 64° s. Br. und 47°30′ östl. L. eine compakte Eisbarriere, welche unabsehbar sich ausdehnte, und ihm den Weg vollständig versperrte. Massen von jeder Grösse, von allen Formen, zeigten sich bis zu ungeheuren Fernen und boten den eigenthümlichsten Anblick dar, wenn die Sonnenstrahlen darauf fielen. Bald sah es aus wie eine grosse Stadt mit Palästen, Kirchen und Thürmen; bald wie reizende Dörfer am

Rande eines ruhigen Ufers liegend und umgeben mit Baumgruppen; am häufigsten wie weite Marmorbrüche, bestreut mit einem Haufen auf die verschiedenste Art bearbeiteter Blöcke. Dumont d'Urville bot alle Mittel auf, welche Muth und selbst Verwegenheit eingeben konnten. Mehr als ein Mal waren die beiden Corvetten rings herum von Eisbergen eingeschlossen und nahe daran zerdrückt zu werden. Nachdem er fünf ganze Tage von den Eisschollen festgehalten war, die eine furchtbare Dicke besassen und um die Schiffe herum zusammen hingen, kam er nach verzweifelten Manövern endlich frei und konnte das Meer gewinnen. Das Thermometer zeigte übrigens nur 5 bis 6 Grad. Dumont d'Urville machte wiederholte Versuche gegen den Pol vorzudringen, indessen vergeblich. Am 15. Februar befand er sich unter 62° s. Br. genau an der Stelle, an welcher Weddel am 5. oder 6. Februar 1823 freie Fahrt gehabt haben musste; allein nirgends war es möglich vorzudringen und den 64. Grad zu erreichen.

Die Berichte der bedeutendsten Seefahrer widersprechen also Weddel's Angabe. Es ist sogar sehr wahrscheinlich, wie wir weiter unten nachweisen werden, dass die südliche Hemisphäre unter gleichen Breiten viel kälter ist, als die nördliche. Das Polareis bedingt jedoch nicht, wie man oft hört, diese niedrige Temperatur, sondern diese, deren Ursache aufzusuchen höchst interessant ist, veranlasst vielmehr umgekehrt die Bildung und die Ansammlung dieser ungeheuren Eismassen über der ganzen Fläche der antarktischen Meere.

NEUNTES CAPITEL.

Ebbe, Fluth, Meeresströmungen.

Die am Meere gelegenen Länder haben ein milderes Klima und eine gleichmässigere Temperatur, als die Gegenden in dem Innern des Festlandes. London und Warschau liegen unter gleicher Breite; die mittlere Jahrestemperatur der ersteren Stadt steigt aber auf 9°,8, und die der anderen nur auf 7°,4. Auf den unter 62° n. Br. liegenden Faröer-Inseln sieht man fast nie Eis, während zu St. Petersburg unter derselben Breite die Neva sechs volle Monate gefroren ist, und zu Jakutzk das Thermometer den grössten Theil des Jahres hindurch unter —30° steht. Diese auffallenden Gegensätze kommen von dem Unterschiede her, welcher allenthalben auf der Erde zwischen dem See- und Continental-Klima besteht.[23])

Da die Meeresströme grosse Wassermassen von den Polen nach dem Aequator hin und von dem Aequator nach den Polen hin führen, so ist es eine nothwendige Folge, dass sie die Temperaturextreme

abschwächen, auf die kalten Gegenden erwärmend und auf die heissen Zonen abkühlend einwirken. Unabhängig hiervon erhält die fortwährende Wellenbewegung des Meeres den guten Zustand des Wassers und bewahrt auf diese Weise das Leben der unzähligen Arten von Thieren, welche es enthält. Die Bewegungen des Meeres bestehen in der Ebbe und Fluth, und in den allgemeinen und besonderen Strömungen. Die Anziehung des Mondes auf die bewegliche Masse des Wassers erzeugt diejenigen periodischen Oscillationen, die man Ebbe und Fluth genannt hat. Die Sonne übt zwar ebenfalls einen gewissen Einfluss aus, derselbe ist jedoch wegen der grossen Entfernung derselben weniger stark. Die Wirkung dieser beiden Himmelskörper verhält sich wie 2 zu 5. Täglich treten zwei Ebben und Fluthen ein durch die Wirkung des Mondes und ebenso zwei durch die der Sonne; beide Arten fallen zusammen zur Zeit der Syzygien, also während des Neumondes und Vollmondes, und die Ebbe und Fluth ist alsdann, in Folge der gemeinsamen Wirkung des Mondes und der Sonne, viel stärker (Springfluthen). In den Quadraturen findet das Entgegengesetzte statt: das Wasser, welches durch die Anziehung der Sonne einen niederen Stand haben sollte, wird durch die des Mondes gehoben; es findet also zwar eine Hebung statt, diese beträgt indessen wegen des entgegengesetzten Einflusses der Sonne etwa nur zwei Drittel der durch den Mond allein veranlassten. Die kleinen Fluthen (Nippfluthen) treten also beim ersten und letzten Mondviertel ein. Ebbe und Fluth sind je nach der Entfernung beider Himmelskörper von der Erde verschieden und um so bedeutender je näher Sonne und Mond an der Erde stehen und wenn sich dieselben in der Ebene des Aequators befinden, was mithin zur Zeit der Aequinoctien gewöhnlich eintritt.

Die volle Fluth tritt täglich um 48 Minuten später ein; auf beide Ebben und Fluthen kommt also eine Zeit von 24 Stunden 48 Minuten, was von der synodischen Bewegung des Mondes herrührt. Gewisse lokale Störungen haben bis jetzt nur durch die Erfahrung herausgestellt und bestimmt werden können. Von einem Neumonde zum nächsten treten 57 Ebben und Fluthen ein. Das Steigen des Wassers nennt man die Fluth, und hat dasselbe die grösste Höhe erreicht, so ist es volle Fluth oder hohes Wasser; das Sinken oder Zurücktreten des Wassers ist die Ebbe, und ist der niedrigste Stand erreicht, so ist die tiefste Ebbe oder das niedrigste Wasser eingetreten.

Laplace hat man eine Fluththeorie zu danken, nach welcher man die Ebben und Fluthen mit ausreichender Genauigkeit vorherberechnen kann, so dass man gegen das Unheil, welches unerwartete Ueberschwemmungen mit sich bringen, Vorkehrungen zu treffen

vermag.*) In dem mittelländischen Meere sind mit Ausnahme von Malta und Venedig, die Ebben und Fluthen kaum zu merken. Im schwarzen Meere und caspischen Meere treten sie gar nicht ein, wiewohl die Lunisolar-Attraction entschieden auf alle Elementartheilchen der Materie sich äussert.

Der Ausgangspunkt für die Fluth ist in der Südsee zu suchen. Von dort schreitet die Fluthwelle in westlicher Richtung fort, geht in 12 Stunden von Van Dimens Land nach dem Cap der Guten Hoffnung, gelangt 4 Stunden später an der Küste Brasiliens an, biegt hier theilweise um das Feuerland und kommt zu ihrem Ausgangspunkte zurück, schlägt aber andern Theils nordwärts und kommt in 12 Stunden bis zur Küste Irlands und zum Eingange des Kanals. Nach Verlauf von 8 Stunden ist die Welle am Nordkap und verliert sich dann in das arktische Meer. In die Nordsee kommt sie durch den Kanal und auf dem Wege um Schottland. In 3 Stunden geht sie von der Westküste Schottlands bis zu den Shetlandsinseln, von hier bis Aberdeen in 4 Stunden, von da bis Hull in 5 Stunden und in etwa 7 Stunden bis zur Themsemündung. Durch den Kanal kommt die Fluthwelle um 12 Stunden früher ebenda an und zwar braucht sie 2 Stunden von Brest bis Cherbourg, ebenso von da bis Brighton und desgleichen von hier bis Calais. Es treffen also an der Themse zwei verschiedene Fluthwellen zusammen, die sich verstärken, während an anderen Stellen der Nordsee gar keine Veränderung des Niveaus eintritt, wo nämlich Ebbe und Fluth zusammentreffen.

Die Geschichte der Meeresströmungen ist von dem grössten Nutzen, namentlich für die Schifffahrt. Bis jetzt sind dieselben nur unvollständig bekannt und beschrieben, und daher auch noch nicht genügend erklärt, wiewohl schon Christoph Columbus auf sie aufmerksam gemacht hat. A. v. Humboldt[24]) sagt: „Die Strömungen bieten das merkwürdige Schauspiel, dass sie von bestimmter Breite in verschiedenen Richtungen das Meer flussartig durchkreuzen, währenddess nahe Wasserschichten unbewegt gleichsam das Ufer bilden.“ Die erste dieser Strömungen ist die, welche man Aequatorial- oder Rotations-Strom genannt hat, und von welchem Columbus sagte:[25]) „Ich halte es für ausgemacht, dass die Meereswasser sich von Osten gen Westen bewegen, wie der Himmel.“ Ein zweiter Strom führt warmes Wasser in höhere Breiten; ein dritter endlich kommt von den Polen, mit welchem die unteren Schichten bis in die Gegenden des Aequators gelangen.

Der Golfstrom ist die bedeutendste Meeresströmung. Er beginnt

---

*) *Mécanique céleste*, t. I. p. 289.

in dem Antillen-Meere, durchläuft den mexikanischen Meerbusen, mündet aus durch die Bahama-Strasse und folgt der Küste Nordamerikas bis zur Bank von Neufundland. Von hier an wendet sich der Golfstrom nach Nordosten, trifft die Küsten von Irland und Norwegen und verliert sich endlich in das nördliche Eismeer; einer seiner Arme wendet sich unweit der Azoren gegen Süden und nimmt dann seine Richtung längs der Westküste Afrikas. [26])

Der Rotationsstrom, welchen man innerhalb der Tropen antrifft, kann in den Passatwinden seinen Grund haben; die Bewegung des Wassers von den Polen nach dem Aequator hin, ist wahrscheinlich durch das verschiedene specifische Gewicht ungleich warmer Schichten bedingt. Um die Ströme, sowohl die allgemeinen, als die besonderen, zu erklären, hat man auch zu der Ebbe und Fluth, zu der Rotationsbewegung der Erde, sowie zu den Veränderungen im atmosphärischen Drucke seine Zuflucht genommen; indessen erscheinen diese Ursachen nicht einmal in ihrer Gesammtheit ausreichend, um von einer so verwickelten Erscheinung Rechenschaft zu geben. Gleichwohl hat Biot, indem er einzig und allein von der Temperaturungleichheit des Wassers in verschiedenen Breiten ausging, mittelst allgemeiner mechanischer Principien bewiesen, dass an der Oberfläche und im Innern der Meere fortwährend Ströme vorhanden sein müssen, die in grossen Tiefen stets gleichgerichtet sind und die nur in den der Oberfläche näheren Schichten periodischen Veränderungen ausgesetzt sein können, die von der wechselnden Sonnenhöhe abhängig sind.

Dass die Ebbe und Fluth, welche von Osten nach Westen fortrücken, in dem Meeresbecken Strömungen erzeugen könne, scheint uns sehr zweifelhaft; ebenso dürfte Maury's Erklärung, nach welcher es sich mit dem Golfstrome analog den Passatwinden verhält, unzulässig sein. Babinet hat eine neue und vollständige Theorie der Meeresströmungen geliefert, bei welcher er sich nach Biot's Vorgange rein auf mechanische Principien stützt. Er nimmt den Theil des atlantischen Oceans zwischen dem Aequator und nördlichen Polarkreise als Beispiel und geht davon aus, dass das unter den Tropen durch die Wärme ausgedehnte Wasser steigen und eine Schicht bilden muss, deren Niveau höher liegt als das der mehr nordwärts liegenden Meere, so dass ein Bestreben nordwärts abzufliessen hieraus erfolgt. Das nördliche Wasser wird nun, da durch die vom Aequator hinzugekommene Wassermasse sein Druck vermehrt wird und andererseits der Druck in den südlicheren Gegenden durch den eingetretenen Abfluss eine Schwächung erleidet, in einem unteren Strome südwärts abzufliessen das Bestreben erhalten, so dass, wenn die Erde nicht rotirte, auf der ganzen Erstreckung des atlantischen Oceans ein Theil des Wassers in einem oberen Strome

von Süden nach Norden, ein anderer in der Tiefe des Oceans in einem unteren (submarinen) Strome von Norden nach Süden sich bewegen müsste. Analog würden die Strömungen in den vier übrigen Bassins sein, welche man geographisch unterscheidet. Da jedoch die an der Oberfläche der Erde gelegenen Massen die ostwärtsgehende Rotationsgeschwindigkeit beibehalten, so muss in den dem Aequator näher liegenden Gegenden der warme obere Strom nicht blos nordwärts, sondern ausserdem noch ostwärts gehen; und so ist in der That der Verlauf bei dem Golfstrome. Eine entgegengesetzte Bewegung wird an dem Wasser eintreten, welches aus mittleren Breiten nach dem Aequator hin fliesst; denn da die Bewegung desselben nach Osten hin minder stark ist, als in den dem Aequator näheren Gegenden, so muss es ostwärts zurückbleiben, d. h. es muss eine mehr westliche Richtung resultiren. Dies ist genau der Verlauf der Bewegung in dem Theile des Oceans, welcher in der Nähe des Aequators liegt, denn nachdem hier das Wasser von Westen nach Osten in den mittleren Breiten gegangen ist, biegt es in der Gegend von Europa und Afrika südwärts um, kehrt nach dem Aequator zurück, um die Küste des tropischen Amerika wieder zu gewinnen, indem es den atlantischen Ocean in seiner grössten Breite durchschneidet. Ein Blick auf die Karte des Capitain Duperrey zeigt nach Babinet, dass die Ströme in den fünf Meeresbassins seiner Ansicht gemäss erfolgen. Der innerhalb des stattfindenden Kreislaufs befindliche Theil ist ohne Bewegung; ein Resultat, welches *a priori* aus der Theorie sich ergiebt.

Nach Babinet wird es noch zwei andere kreisförmige Strömungen geben, von denen die eine den Nordpol, die andere den Südpol in der Richtung von Westen nach Osten umkreist. Er sagt: „Der Einfluss der Passatwinde, welche innerhalb der Tropen das Meer westwärts zu treiben suchen, und der Einfluss der nord- und südwärts oberhalb rückkehrenden Passatwinde, welche bei ihrer Berührung mit der Erdoberfläche die Gewässer des Meeres ausserhalb der Tropen im Gegentheil ostwärts zu treiben das Bestreben haben, werden sich mit dem vorherrschenden Einflusse der Kräfte vereinigen, welche überhaupt die von dem Aequator nach den Polen zu und umgekehrt gehende Bewegung der flüssigen Massen bewirken. Eben diese Richtung der beständigen Winde muss in mittleren Breiten die Ostküsten der Continente merklich abkühlen und umgekehrt an den Westküsten die Temperatur erhöhen.“ Die im Verhältnisse zu der südlichen Hemisphäre höhere Temperatur der nördlichen würde sich nach der scharfsinnigen Theorie desselben Physiker aus dem Uebergewichte der beiden nördlichen Rotationsströme über die drei südlichen erklären lassen; ein Uebergewicht, welches durch ihre grössere Oberfläche, durch die grössere Wärme ihres

Wassers in Folge ihrer mehr tropischen Lage, und endlich durch ihre grössere Erstreckung von dem Aequator bedingt ist. (Acad. der Wissenschaften, Sitzung vom 18. Juni 1849.)

ZEHNTES CAPITEL.

Phosphorescenz des Meeres.

Die Mehrzahl der Seeleute hat mit Bewunderung von dem die Oberfläche des Meeres, namentlich innerhalb der Tropen, durchfurchenden Leuchten gesprochen, wenn die Wellen in lebhafter Bewegung sich befinden. Auch an der Küste bei Boulogne, bei Havre und in vielen Häfen hat man dasselbe Phänomen oft bemerkt. Die Eigenschaft gewisser Körper, namentlich einiger thierischer Substanzen, im Dunkeln zu leuchten, ist übrigens ein so allgemeines und so interessantes Phänomen, dass Percy und Laurent die Phosphorescenz ein animalisches Meteor nennen. Auch wir sind der Ansicht, dass einige Details über einen noch so neuen Gegenstand, zumal er zugleich in das Gebiet der Physik und der Medicin einschlägt, nicht ohne Interesse sein würden.

In dem ersten Abschnitte (Cap. 1.) dieses Werkes haben wir erwähnt, dass gewisse Mineralien, Schwerspath, salzsaurer und salpetersaurer Kalk u. s. w. dem directen Sonnenlichte ausgesetzt, phosphorescirend werden. Blosses Reiben genügt, um Blende, Dolomit, Diamant, und einige quarzige Gesteine leuchtend zu machen. Besonders jedoch hat die Phosphorescenz der Pflanzen die Aufmerksamkeit der Naturforscher gefesselt. Plinius erzählt (*Hist. nat.* XVI.), dass man in Gallien auf den Eichen einen weissen Pilz (Agaricus) finde, welcher im Dunkeln leuchte, *nocte relucens*, weshalb man ihn eben des Nachts einsammle, da man ihn an seinem Lichte erkenne. Besonders jedoch zeigen dies phosphorische Leuchten abgestorbene Pflanzen oder solche, die bereits in Verwesung überzugehen begonnen haben. Am 7. Januar 1790 waren Soldaten des Elsasser Regiments damit beschäftigt, am Abende zur Mahlzeit des nächsten Tages Kartoffeln zurecht zu machen, als sie eine fanden, die schon den zur Keimung nöthigen ersten Gährungsprocess begonnen hatte, weshalb sie dieselbe zerschnitten in einem zur Aufnahme des Abfalls bestimmten Weidenkorb warfen. Nachdem Alle zu Bette gegangen und das Licht ausgelöscht war, sah einer, der zufällig auf den Korb hinblickte, ein so helles Licht, dass er fürchtete, es möchte eine glühende Kohle sein. Er stand deshalb auf, um jedem Unglücke vorzubeugen. Die Erscheinung war so

täuschend, dass er, aus Furcht sich zu verbrennen, zögerte, die vermeintliche Kohle mit den Fingern anzufassen; da er jedoch keinen Schmerz fühlte, so ergriff er den leuchtenden Gegenstand. Wie gross war sein Erstaunen, als er fand, dass die verdorbene Kartoffel das Licht ausstrahlte! Das Licht war so lebhaft, dass er in einem Buche die Buchstaben deutlich unterscheiden konnte. Als seine Cameraden die Kartoffel unter sich theilten, wurde nach einigen Secunden jedes Stück hell leuchtend. Ein vor dem Zimmer zufällig vorbeigehender Officier des Regimentes war Zeuge des Phänomens und liess sich am folgenden Tage zwei Stücken der Kartoffel bringen, um eine genauere Untersuchung anzustellen. Das Ergebniss war folgendes. Das Innere war wenig mehlhaltig, von etwas grauer Farbe und weissgeadert. An der Oberfläche sah man eine Menge glänzender Punkte, wie Metallstückchen, aber so klein, dass man sie mit unbewaffnetem Auge kaum wahrnehmen konnte. Ausserdem roch die Kartoffel schwammig, und im Dunkeln entwickelte sie kein so lebhaftes Licht mehr, als Tags vorher. Am 9. war das Licht noch schwächer, ohne dass die Substanz des Knollen eine andere Veränderung erlitten hatte, als dass sie trockner geworden war und eine dunklere Färbung angenommen hatte. Am 10. endlich war die Vertrocknung fast vollständig und das Leuchten hörte ganz auf.

Da Spallanzani gefunden zu haben glaubte, dass die Phosphorescenz des leuchtenden Holzes im Sauerstoffe lebhafter sei, so schrieb er dies Phänomen einer wirklichen Verbrennung zu; allein Carradori's und Trommsdorff's Versuche sind dieser Hypothese nicht günstig. Nach diesen tritt das Phänomen unter Wasser, unter Oel und sogar im leeren Raume mit gleicher Intensität ein, so dass sie annehmen, der phosphorescirende vegetabilische Körper ziehe das Licht an, absorbire es und halte es mechanisch fest. Zwar scheint festzustehen, dass die dem Phosphor inwohnende Fähigkeit im Dunkeln einen hellen und leuchtenden Rauch von sich zu geben, von einer langsamen Verbrennung und der Bildung von phosphoriger Säure herrührt; allein es ist noch nicht erwiesen, dass andere Substanzen nicht aus sich selbst, wenn auch nur in geringem Grade, Licht entwickeln können.

Die Thiere zeigen die Phosphorescenz häufiger als die Pflanzen und in noch wunderbarerer Weise. Bei einer grossen Zahl von ihnen kann das Phänomen schon zu Lebzeiten eintreten, bisweilen beobachtet man es in gewissen Krankheiten, endlich ist es eine Folge von Fäulniss. Percy und Laurent haben mehrere auffallende Beispiele in dem Artikel Phosphorescenz des grossen *Dictionnaire des sciences médicales* citirt.

Man sieht oft leichte Flammen, Irrlichter, längs des Meeresufers, an feuchten Stellen, wo animalische Stoffe faulen, und na-

mentlich in der Nähe von Gottesäckern hüpfen. Wie oft haben nicht diese ephemeren Lichter schwache oder schuldbelastete Gemüther aus abergläubischer Furcht in Schrecken versetzt! Bisweilen zeigen sich solche Lichter plötzlich beim Oeffnen eines alten Grabes, und da man früher wohl brennende Lampen in die Grüfte stellte, so glaubten die Leichtgläubigen, dass ihre Flamme fortwährend gebrannt habe. So erzählt man, dass unter der Herrschaft des Papstes Paul III., der am 13. October 1534 erwählt wurde, ein altes Grabmal an der Appischen Strasse gefunden sei mit der Inschrift: *Tulliolae filiae meae.* Beim Zutritte der Luft zerfiel der Körper von Cicero's Tochter sofort in Staub und eine noch brennende Lampe verlosch, wie hinzugefügt wird, nachdem sie über fünfzehn hundert Jahre gebrannt hatte. Man hat sogar (*Raulin. Observ. de médec.*, p. 393) längst begrabene Körper gefunden, welche in ihrem Sarge phosphorisches Licht ausstrahlten. Als der Staatsverbrecher Freburg wegen seiner langjährigen Amtsverletzungen zum Galgen verurtheilt worden war, sah man in mehreren Nächten seinen Kopf von einem leuchtenden Scheine umgeben und mehrere Dänen betrachteten dies als ein Zeichen seiner Unschuld, da sie die natürliche Veranlassung dieses scheinbaren Wunders nicht kannten.

Das phosphorische Licht von dem elektrischen St. Elmsfeuer zu unterscheiden, ist nicht immer leicht. Dies ist gewöhnlich von einem Knistern begleitet, während das phosphorische Licht ohne jedes Geräusch ist; ebenso zeigt sich bei dem letzteren keine messbare Wärme, so dass man eine solche Flamme ohne sich zu verletzen anfassen kann.

Muskelfleisch wird bisweilen, noch ehe irgend eine Spur von Fäulniss wahrzunehmen ist, phosphorescirend; nach Percy und Laurent hat man ganze Schlachthäuser des Nachts, wie beim hellen Tage erleuchtet gesehen. In dem Journal des savants vom Juni 1683 steht, dass in dem Orleaner Schlachthause alles Fleisch, selbst das frischeste geleuchtet habe, und man suchte die Ursache in einer Menge kleiner Thiere, die jedoch Niemand nachweisen konnte.

Fabricius de Aquapendente erzählt, dass 1592 drei seiner Schüler zu Pavia zur Osterfeier ein eben geschlachtetes Lamm gekauft hätten, von welchem sie die eine Hälfte verzehrten, die andere noch rohe, an der Decke ihres gemeinschaftlichen Zimmers aufhingen. Wie gross war ihr Erstaunen, als sie gegen Abend dies Fleisch einen Silberschein verbreiten sahen, *argentino splendentem nitore;* bei Berührung wurde das Leuchten lebhafter, das Licht klebte an ihren Fingern und theilte sich allen Gegenständen mit, die sie anfassten. Der eine von ihnen lief ganz erschrocken zu

Fabricius, der bald mit vielen Neugierigen ankam; der berühmte Anatom bemühte sich aber vergebens die verwunderte Menge zu überzeugen, dass das Phänomen, dessen sie Zeuge waren, auf natürlichem Wege zuginge und nicht als ein Wunder angesehen werden könne.

Als sich Thomas und Kaspar Bartholin im April 1641 zu Montpellier aufhielten, hatte eine gewöhnliche Frau in dem Fleischscharren ihren Bedarf an Fleisch eingekauft und dasselbe an der Wand am unteren Ende ihres Bettes aufgehängt. Als sie in der Nacht erwachte, sah sie Licht und fürchtete schon, dass sie ihre Lampe auszulöschen vergessen habe; allein bald merkte sie, dass der Schein, welcher ihr Zimmer erhellte, von der Stelle der Mauer herkam, an welcher sie das Fleisch aufgehängt hatte. Nun spukten alle möglichen abergläubischen Ideen in ihrem Kopfe herum; zunächst dachte sie an ihren verstorbenen Mann, den sie zu Lebzeiten nicht immer liebeoll behandelt haben mochte, dann bildete sie sich ein, dass der Himmel ihre Hütte auserwählt habe, um ein grosses Wunder auszurichten. Die Nachbarn liefen herbei, um mit eigenen Augen zu sehen, auch Thomas und Kaspar Bartholin erschienen, um das leuchtende Fleisch zu betrachten. Ein Stück brachte man dem Prinzen Heinrich von Condé, dem Gouverneur der Provinz, wo es auf dem Tische noch über drei Stunden leuchtete. Das Licht war beinahe dem der Fixsterne ähnlich, auch zeigte es das Flimmern derselben, indem es bald fünf Lichtstrahlen bildete, bald aber auch nur vier in der Form eines Kreuzes zeigte. Die abergläubischen Ideen, welche dies Ereigniss hervorrief, verschwanden bald durch die natürliche Erklärung, welche die medicinische Facultät zu Montpellier veröffentlichte. (*Th. Bartholin, De luce animalium.*)

In den anatomischen Theatern beobachtet man des Nachts das phosphorische Leuchten öfters. Pelletan hatte gefunden, dass es sich hauptsächlich an Muskeln entwickelt, die zu zwei Dritteln eingetrocknet sind. Der berühmte Mascagni beobachtete das Phänomen häufig; sein Laboratorium, in welchem es fast nie an Leichen fehlte, war oft erleuchtet und in mehreren Nächten, in denen er mit seinen Arbeiten über das lymphatische System beschäftigt war, benutzte er sogar diese eigenthümliche Helligkeit zu ziemlich delicaten Zergliederungen. Boyle hatte immer faule Fische bei der Hand, als er seine Untersuchungen über das phosphorische Leuchten im leeren Raume anstellte.

Th. Bartholin sucht in seiner Schrift *De luce animalium* aus zahlreichen Thatsachen den Beweis zu liefern, dass die verschiedenen Theile des menschlichen und thierischen Körpers die Fähigkeit besitzen, das Phänomen der Phosphorescenz zu zeigen.

Namentlich hat man es an den Excretionen der Personen bemerkt, welche Phosphor gebraucht hatten; Pictet und Jurin aus Genf haben es mehrmals an sich selbst beobachtet und an dem Urine ziemlich vieler Kranken, von denen einige niemals Phosphor genommen hatten. Horstius erzählt, dass am Ende eines jeden Gichtanfalls die Schenkel des gichtischen Ant. Godefroy des Nachts und namentlich während des Schlafes strahlend und wie entzündet aussahen. Percy endlich hat zuerst die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf die Phosphorescenz der Wunden gelenkt; er hat zwar bei seiner ausgedehnten Praxis nur vier hierher gehörige Beispiele aufgefunden, aber er ist geneigt zu glauben, dass diese Fälle nicht so vereinzelt vorkommen: „Selten, sagt dieser berühmte Chirurg, sieht und verbindet man eine Wunde im Dunkeln; am hellen Tage oder bei künstlicher Beleuchtung ist man meist damit beschäftigt, so dass man es nicht bemerken kann, ob eine Wunde phosphorescirt.“ Da er dies Phänomen nur ganz zufällig bemerkt hat, so hält Percy es für äusserst wahrscheinlich, dass er bei aufmerksamerer Beobachtung der Verwundeten, die er in einer 25jährigen Kriegszeit zu behandeln gehabt hat, eine weit beträchtlichere Zahl von Fällen würde gefunden haben. Uebrigens hat auch Fournier Pescay in zwei Fällen phosphorescirende Wunden beobachtet, nämlich unter den Verwundeten, welche nach der Schlacht an den Höhen von Fère nach Brüssel gebracht wurden. Folgendes sind in der Kürze die vier von Percy gemachten Beobachtungen.

Ein junger Freiwilliger aus dem Bataillon des Louvre war am linken Beine vor einigen Tagen durch einen Schuss verwundet worden und wurde in einer sehr dunklen Winternacht nach dem Hospitale von Leistroff gebracht. Die Kugel hatte nur die Haut und das Fleisch in einer acht Zoll grossen Stelle getroffen. Unterwegs meldete man Percy, dass in dem Wagen des Verwundeten Feuer sei und wahrscheinlich ein unvorsichtiger Raucher das Stroh angezündet habe. Es war indessen nichts, sondern der Lichtschein kam von der Wunde, an welcher man auf dem Schlachtfelde den ersten Verband angelegt hatte. An den vorhergehenden Tagen hatte der Verwundete denselben mehrmals mit seinem warmen Urine befeuchtet; indessen war dies nicht die Ursache der Phosphorescenz, denn die Wunde fuhr fort, ungeachtet sie gereinigt und sehr sauber gehalten wurde, im Dunkeln zu leuchten bis zum sechzehnten Tage, wo die Helligkeit allmälig abnahm und endlich gar nicht mehr zu bemerken war.

Bei der Belagerung von Mannheim hatte ein Lieutenant der 13. Halbbrigade eine breite Wunde am linken Beine erhalten, welche Percy seiner Gewohnheit gemäss mit Compressen verbinden liess, die in frisches Wasser getaucht waren und von drei zu drei Stunden

erneuert wurden. Als derselbe am neunten Tage den Kranken unter dem Schlossgewölbe besuchte, erzählte ihm der Officier noch ganz erstaunt, dass, als er in der Nacht die Leinwand von der Wunde abgenommen habe, um sie wieder anzufeuchten, er die Wunde jedesmal mit einem Scheine, ähnlich dem eines Irrlichtes, bedeckt gefunden habe, wie man auch jetzt noch einigermaassen es sehen konnte. Als Percy denselben am Abende dieses Tages wieder besuchte, sah er, und ebenso später noch sechs Mal, ganz deutlich das merkwürdige Phänomen. Das dunstartige Licht, welches von der Wunde aufstieg, glich bisweilen einer weissen, durchsichtigen und ruhigen Wolke, aber öfter war die Flamme bläulich wie bei angezündetem Alkohol. Uebrigens war der Eiterungsprocess ganz gut und die Vernarbung ging sehr schnell von statten.

Ein rothhaariger, vierzehn Jahre alter Tambour verfiel in Folge einer weiten Wunde im Dickfleische, durch welches eine Haubitzkugel gegangen war, in ein hitziges Fieber. Als einmal des Nachts der Verband in Unordnung gekommen war, erblickte der herbeigerufene Krankenwärter zu seiner grossen Ueberraschung auf der Wunde einen Lichtschein, welcher strahlenförmig von mehreren Stellen derselben auszugehen schien. Percy wurde geholt und überzeugte sich von der Wahrheit. Der Umfang der Wunde bildete einen leuchtenden Kreis, namentlich an der Fettschicht und an den noch vorhandenen Fleischtheilen der *fascia lata*. Jede sehnige Stelle erschien als ein Ausgangspunkt des Lichtes und das Ganze war so hell, dass man es von einem Ende des Saales bis zum anderen sehen konnte. Diesmal stieg aus der Wunde, im Gegensatze zu den vorher erwähnten Beobachtungen, ein unerträglicher Gestank; der Eiterungsprocess erschöpfte die Kräfte; die Phosphorescenz nahm allmälig ab und der junge Tambour erlag bald.

Das vierte Beispiel betrifft einen Unterofficier von den Pontonnieren, dessen rechtes Knie durch ein Felsstück in Graubünden zerschmettert worden war. Der Verwundete konnte sich nicht zu der unumgänglich nothwendigen Amputation entschliessen. Als am nächsten Tage der mit dem Verbinden beauftragte Chirurg frühmorgens sein Geschäft vollziehen wollte und einen Augenblick ohne Licht war, sah er aus der Wunde Funken und Licht hervorbrechen. Am nächsten Tage hatte das Leuchten sehr zugenommen, namentlich in der oberen Ecke der Wunde, wo die Reste des Gelenkbandes der Kniescheibe sich befanden. An dieser Stelle, sagt Percy, war das Licht strahlend und durchscheinend; weiter unten glich es einer Flamme, die mitten in einem weissen Herbstnebel steht. In den ersten Wochen zeigte sich das phosphorische Leuchten fast beständig, aber unter verschiedenen Formen, je nachdem das Fieber stärker oder schwächer war, und je nach der Menge Wein oder

Chinapulver, welche dem Verwundeten gereicht worden war. Der Kranke überlebte diesen schrecklichen Unfall; das Bein löste sich von dem Gliede ab und, ungeachtet der eingetretenen vollständigen Fäulniss, bemerkte man an den abgestorbenen Theilen kein Leuchten mehr.

Oben haben wir erwähnt, dass die Phosphorescenz die Temperatur der Theile, an denen sich dieselbe zeigt, nicht ändere. Dass dies Phänomen durch eine Phosphorentwickelung verursacht werde, wäre nicht ganz unmöglich; diese Substanz verbrennt dann langsam an der Luft oder verbindet sich wohl auch mit Wasserstoff, indem sich ölbildender Kohlenwasserstoff bildet (?). Käme die Erscheinung öfter vor, so würde man wohl eher die näheren Bedingungen ermitteln, namentlich die Natur und den eigenthümlichen Zustand der Körper, welche die Anlage dazu besitzen; bis jetzt liegt jedoch eine zu kleine Anzahl von Beobachtungen vor, als dass man über eine noch so dunkle Frage eine bestimmte Ansicht aufzustellen wagen könnte.

Haben wir im Vorstehenden einige Einzelheiten über die bei der Zersetzung von Körpern und über die in Folge gewisser Krankheiten auftretende Phosphorescenz mitgetheilt, so bleibt nun noch übrig dies Phänomen bei den lebenden Wesen, zu deren Eigenthümlichkeiten dasselbe gehört, ins Auge zu fassen. Jeder von uns hat das helle, grünliche Licht der Johanniswürmchen an den Wegen und im Gebüsche gesehen, wenn man in einer warmen Sommernacht im Freien sich ergeht. Betrachtet man diese kleinen Thiere näher, so findet man, dass das Licht in dem hinteren Drittel des Körpers seinen Ausgangspunkt hat und von einer klebrigen Materie kommt, welche durch besondere Organe ausgeschieden wird. Diese Materie hinterlässt auf anderen Körpern eine leuchtende Spur, welche langsam, wie die phosphorischen Flammen, verschwindet. Dies Leuchten der Johanniswürmchen und anderer Insekten schreibt man einer wirklichen Verbrennung zu. Die Phosphorescenz der Insekten hat man als mit dem Begattungstriebe in Verbindung stehend angesehen; es scheint jedoch dieselbe während des ganzen Lebens dieser Thiere, wenigstens den Sommer hindurch, — denn was im Winter geschieht, wissen wir nicht, da die Thiere beim Anbruche desselben verschwinden, — nicht aufzuhören. Ich habe mehrere Wochen lang Johanniswürmchen in einem mit frischen Kräutern angefüllten Kästchen aufbewahrt und gefunden, dass sie noch mehrere Tage nach ihrem Tode leuchten. [27])

Phosphorescirende Insekten finden sich im Ueberfluss in südlicheren Gegenden, besonders aber innerhalb der Tropen. Bei seiner Ankunft auf Trinidad von Cuba war v. Humboldt Zeuge eines interessanten Schauspiels: „Nirgends sagt er, habe ich während

meines Aufenthaltes in den Tropen eine so ungeheuere Menge phosphorescirender Insekten gesehen, als hier. Die Grashalme, die Bäume, jedes ihrer Blätter, Alles strahlte von diesen röthlichen und beweglichen Lichtern, deren Stärke bald schwächer, bald stärker war, wie es eben den Thieren beliebte, von denen sie herrührten. Man hätte sagen mögen, das Himmelsgewölbe habe sich mit seinen Sternen auf die Savane niedergelassen. In der Hütte der ärmsten Landleute findet man einen siebförmig durchlöcherten Flaschenkürbis (eine Calebasse) mit einer Mandel solcher Leuchtkäfer und bedient sich desselben, wenn in der Nacht etwas zu suchen ist. Man braucht das Gefäss nur zu schütteln, um die Thiere zu veranlassen, den Glanz der an dem Brustschilde befindlichen leuchtenden Flecke zu verstärken. Sehr naiv, aber ebenso wahr nennt man im gemeinen Leben solche Calebassen ewige Lampen. Sie verlöschen in der That erst, wenn die Insekten krank werden oder sterben; diese selbst sind aber mit etwas Zuckerrohr leicht zu ernähren." (*Essai philosophique sur l'île de Cuba.*)

In den Tropenländern selbst, wiewohl dort ganze Schwärme phosphorescirender Insekten leuchten, zeigt sich das Phänomen doch nicht in dem Maasse und unter so aussergewöhnlichen Verhältnissen wie auf dem Meere. Nach Tessan ist die Phosphorescenz am stärksten und anhaltendsten zwischen 3 und 4 Grad südlicher und nördlicher Breite, was man aus den Strömungen zu erklären gesucht hat, welche in dieser Meeresgegend eine grosse Masse Zoophyten und Crustaceen zusammenführen, von denen eben dies prächtige Phänomen herrührt. (Acad. der Wissensch. zu Paris, Novbr. 1839.) Cook hat es mit sehr lebhaften Farben geschildert. Am 29. October 1768 auf der Fahrt nach Brasilien und vier Tage, nachdem er die Linie passirt war, sah er zum ersten Male das Phosphoresciren des Oceans. „Es ist, sagt er, als ob Blitze herausbrächen, wiewohl sie nicht so bedeutend sind, wie bei einem Gewitter. Sie sind so häufig, dass man bisweilen 8 — 10 ziemlich in demselben Augenblicke sieht. Wir vermutheten, dass dies Phänomen der Gegenwart einiger leuchtenden Thiere seine Entstehung verdanke." Cook erzählt ferner, dass das Meer, als er auf seiner zweiten Reise sich auf der Höhe des Cap Finisterre befand, auf einmal sehr stark zu leuchten begann, namentlich an den Wellenbergen und in dem Kielwasser des Schiffes; Massen hellen Lichtes erleuchteten die Oberfläche der Wellen, und eine unzählbare Menge leuchtender Funken spritzten aus diesen heraus. Dasselbe Phänomen sah man unter eigenthümlichen Verhältnissen auf der Fahrt von den Freundschafts-Inseln nach Neu-Seeland. „In der Nacht, sagt er, kamen mehrere Medusen dicht bei den Schiffen vorbei, wie wir an ihrem phosphorischen Leuchten erkannten: sie waren so hell, dass der

Meeresgrund leuchtendere Sterne zu haben schien, als das Firmament.“ Ein anderes Mal begnügte sich Cook nicht damit, das Gesehene zu bewundern und zu beschreiben, sondern er wollte auch den Grund davon erforschen, wobei er Folgendes beobachtete: „Es war am 29. October 1772 auf der Höhe des Vorgebirges der Guten Hoffnung; ein dichter Nebel verdüsterte den Himmel. Zwischen 8 und 9 Uhr Abends fing das Meer plötzlich an zu leuchten. Dies war ein prächtiger Anblick; so eigenthümlich, wie man sich kaum denken kann: der Ocean schien, soweit man sehen konnte, in Flammen zu stehen; die Zacken jeder Welle leuchteten phosphorartig und das Schiff schnitt in die Meeresfläche eine glänzende Furche. Grosse Lichtmassen trieben im Wasser an unserer Seite, bald schnell, bald langsamer, fügt Cook hinzu; wir waren voller Erstaunen und ich für meine Person konnte mich an dem Anblicke des Oceans nicht satt sehen.“ Er liess mehrmals Eimer voll Wasser schöpfen. Anfangs entdeckte man darin eine unzählbare Menge kleiner kugelartiger Thiere, die nicht grösser als der Knopf einer gewöhnlichen Stecknadel und völlig durchscheinend waren; so wie aber das Wasser zur Ruhe gekommen war, verringerte sich die Zahl der Fünkchen; setzte man es jedoch wieder in Bewegung, so wurde es auch wieder leuchtend. Als Cook es mit seiner Hand umrührte, blieben einige leuchtende Punkte an seinen Fingern sitzen. Unter dem Mikroskope zeigten die Thierchen keine Spur von Leben; sie waren von einer etwas bräunlichen, gallertartigen Substanz. Im Mittelpunkte dieses Atomes entdeckte man die Mündung einer kleinen Röhre. Nachdem das aus dem Meere heraufgezogene Wasser zwei Stunden lang ruhig gestanden hatte, hörte übrigens das Leuchten desselben völlig auf; das Meer selbst verlor ebenfalls seinen Glanz und das nun geschöpfte Wasser enthielt keine phosphorescirenden Thierchen mehr.

In dem mittelländischen Meere giebt es wie im Oceane wenig Stellen, an denen man das Phänomen der Phosphorescenz nicht beobachtet hätte. Der Abbé Dicquemare schreibt es kleinen runden Thieren zu, welche er unter dem Mikroskope gesehen hat. Er berichtet, dass ihre Menge in dem Hafen von Havre nie so gross gewesen sei, als am 20. Mai 1778. An diesem Tage machten sie das Meer trübe und wie bedeckt mit einer dicken Oelschicht. Das Wasser, welches er um 10 Uhr Abends schöpfte und in ein anderes Gefäss goss, erschien ihm wie ein Feuerstrom; er goss ein wenig davon auf ein Brett, und dies blieb über drei Minuten funkelnd. Das Licht, welches allenthalben reflectirt wurde, war stark genug, um eine feine Schrift lesen zu können.

Bertrand, der über die Phosphorescenz des Meeres im Hafen von Boulogne Untersuchungen angestellt hat, hegt Zweifel darüber, ob dies Vermögen seinen Grund habe in Seepflanzen, Mollusken oder

Zoophyten, oder vielmehr in Moleculen von Chlorkalk. Die erstere Annahme scheint ihm jedoch am wahrscheinlichsten in Rücksicht, wie er sagt, darauf, dass die Phosphorescenz umsomehr abnimmt, je öfter man das Wasser filtrirt. Bertrand hat auf die bemerkenswerthe Thatsache aufmerksam gemacht, dass, wenn man den Strand, von dem sich das Meer eben zurückzieht, mit den Füssen zusammendrückt, oft Tausende von Funken herausspringen.

Rigaud schreibt die Phosphorescenz des Meeres in einer 1708 vor der Academie der Wissenschaften zu Paris gelesenen Abhandlung Polypen zu. Er verschaffte sich in dem Augenblicke, in welchem das Phänomen zu Stande kam, leuchtendes Wasser und entdeckte eine grosse Menge dieser kleinen Thiere, die er sogar zeichnete. Diese Polypen sind nach demselben beinahe sphärisch und fast so durchsichtig wie Wasser, halten eine viertel Linie im Durchmesser und haben einen einzigen Arm von etwa ein Sechstel einer Linie Länge, den sie sehr langsam bewegen. Filtrirt man das Wasser, in welchem sie schwimmen, so hört das Wasser auf zu leuchten; wenn man aber die in den Poren des Filters sitzen gebliebenen Polypen mit den Fingern zerdrückt, so leuchten sie sofort wieder mit vollem Glanze. Als Rigaud in ein mit leuchtendem Wasser gefülltes Glas einige Tropfen Säure goss, sah er sogleich phosphorescirende Punkte sich bewegen; einen Augenblick später fielen die Polypen auf den Grund des Gefässes, waren todt, und das Leuchten hörte auf.

Im Jahre 1835 erschien eine Abhandlung von Ehrenberg, in welcher er versicherte, dass die bei Helgoland in der Nordsee beobachtete Phosphorescenz von einem Thierchen herrühre, welches er *Mammaria* nannte. Nach diesem berühmten Mikrographen besitzen diese kleinen Thiere eine Art elektrischen Apparates, wie die Zitteraale und Zitterrochen, mit welchem sie Licht erzeugen. Im Jahre 1841 und 1842 kam de Quatrefages, der Gelegenheit hatte die Phosphorescenz gewisser Seethierchen an der Küste der Bretagne und Normandie zu studiren, zu analogen Schlüssen. Später stellte er mit den kleinen Thieren, welche bisweilen das Hafenwasser und namentlich den Austernbehälter zu Boulogne leuchtend machen, interessante Versuche an. Das plötzliche Aufblitzen des Lichtes kann man nach de Quatrefages aus einer im Wasser stattfindenden Verbrennung nur schwer erklären; er überzeugte sich vielmehr mit Hilfe des Mikroskops, dass jeder Lichtpunkt aus einer unzählbaren Menge kleiner Funken zusammengesetzt ist, welche sich in der Nähe gewisser in Thätigkeit stehender Muskeln befinden. Je energischer die Muskel-Contraction ist, desto lebhafter und zahlreicher sind dieselben, und sie werden immer schwächer, je mehr das Thier durch die Lichtentladungen ermattet. Die Wärme hat einen gewissen Einfluss auf die Entstehung des Phänomens; es wird bei 25° sehr stark

und bei 40° hört es auf. Verschiedene chemische Stoffe und namentlich Schwefelsäure bewirken, dass diese kleinen Thiere ganz ausserordentlich leuchten; allein in solchen Fällen hört das Leuchten bald auf und lässt sich nicht wieder hervorrufen. [28])

Das Leuchten, welches einige vegetabilische und animalische Substanzen bei Zersetzung zeigen, muss hiernach entweder dem blossen Vorwalten eines Phosphorgehaltes in diesen Materien zugeschrieben werden, oder äusseren besonderen Umständen, welche die Entwickelung desselben begünstigen. Was die Phosphorescenz anbelangt, welche eine grosse Anzahl lebender sowohl Land- als See-Thiere entwickeln, so kann man in diesem Phänomene nur eine der Formen und Organisationen erblicken, an welchen die Natur in ihren Werken so reich ist, und deren Geheimniss sie für sich bewahrt.

ELFTES CAPITEL.

Salzgehalt des Meeres.

Die Frage nach dem Salzgehalte des Meeres ist nicht blos von Seiten der Geologie, sondern noch weit mehr von Seiten der Naturphilosophie eine sehr wichtige. Es giebt fast ganz reines Wasser, in welchem man kaum einige Atome von Salzen findet, wie es z. B. in den Quellen der Auvergne und in vielen Quellen gebirgiger Gegenden der Fall ist; im Gegensatze hierzu trifft man in gewissen anderen einen auffallend grossen Gehalt an Salzen, der bis zu einem Fünftel des Gewichtes steigen kann.

Die Mehrzahl der Länder enthält Seen, deren Salzgehalt dem des Meeres gleich kommt, wohl gar denselben übertrifft. So geben die von Elton und Bogdo in der Nähe des caspischen Meeres vortreffliches Salz in reicher Menge. In der Krimm sind Salzseen in Menge, ebenso in Armenien, im Gouvernement Orenburg, im Lande der Baschkiren und in den ungeheuren Flächen der Mongolei. Der Inderskoi-See im asiatischen Russland, der einen Umfang von fast 10 Meilen hat, liefert gutes Salz. Im Norden der kleinen Tartarei liegt der Salzsee Tor. Im Osten des Kap trifft man nach Barrow grosse Seen, deren Boden mit dichten Schichten Steinsalz bedeckt ist.

Statt der Seen findet man bisweilen festes Salzgestein; die Berge von Cordona in Catalonien, Armengranilla in der Mancha bestehen fast nur daraus. Portugal, Sardinien, Italien liefern ausgezeichnetes Salz. Das Bergwerk von Wieliczka in Galizien ist besonders berühmt; in den mächtigen Schichten hat man weite Gänge und eine Kapelle mit Altar und Kanzel angelegt, und Statuen aus Salz ange-

fertigt, so hell wie Krystall. Es werden daselbst an 1000 Arbeiter beschäftigt. Das Bergwerk von Northwich liefert 1200000 Centner; Salzsäulen halten die Decke. In den Karpathen macht man Stufen daraus. In einer Gebirgsgegend der Moldau liegt das Salz in mehreren Schluchten zu Tage. In Siebenbürgen findet man ein Thal, dessen Boden und Ränder aus reinem Salze bestehen. Die Insel Ormuz im Eingange des Persischen Meerbusens ist ein ungeheurer Salzfels. In Persien und in Georgien wird das Salz wie Stein gebrochen; auch im Westen von Aegypten und im Süden von Barka findet es sich. Herodot spricht von Häusern in Libyen, die aus Salz gebaut waren.

Die Analyse des Meerwasser lässt noch viel zu wünschen übrig. Marcet fand darin Ammoniak, Kali, schwefelsaures Natron, (Glaubersalz), Chlorcalcium; Lavoisier eine Spur von Eisenoxyd; Gaubius salzsaure Thonerde; Krüger Jod; Balard Brom. Malagutti, Durocher und Sarzeaud haben in Meerwasser, welches an mehreren Stellen der Küste geschöpft war, und ebenso in am Ufer gefundenen Fucus, Silber, Blei und Kupfer entdeckt, was sie übrigens auch im Steinsalze und in den organischen Wesen gleichfalls nachgewiesen haben. Ebenso hat neuerdings F. Field für das Vorhandensein des Silbers im Meerwasser sprechende Versuche angestellt.*) In den Analysen wird niemals Steinöl, oder Phosphor, oder ein ölhaltiger und animalischer Stoff erwähnt, ungeachtet ihr Vorhandensein aus dem schnellen Eintreten der Fäulniss bei ruhig stehendem Meerwasser sich ergiebt. Das salzsaure Natron macht durchweg ungefähr zwei Drittheile des ganzen Salzgehaltes aus, und daher nennt man es mit vollem Rechte Seesalz. Folgendes ist die Analyse von Bouillon-Lagrange und Vogel, mit der die Analysen von Marcet, Bergmann, Laurens, Bertrand, Lavoisier und Lichtenberg mehr oder weniger übereinstimmen. Sie fanden in einem Quart Wasser:

	Im atlantischen Oceane.	Im Mittelmeere.
Kohlensäure, Quart . .	0,230	0,100
Chlornatrium Loth . .	2,088	2,088
Chlormagnesium . . .	0,458	0,564
Schwefelsaure Magnesia .	0,507	0,550
Schwefelsaurer Kalk . .	0,012	0,012
Kohlens. Magnesia u. Kalk	0,016	0,012
	3,081	3,226

Der Salzgehalt des Mittelmeeres ist mithin weit stärker als der des Oceans; ein Umstand, den man daraus erklärt, dass dasselbe

*) Vgl. Poggend. Ann. Bd. C. S. 349. Zus. des Uebers.

durch Verdunstung mehr Wasser verliert, als ihm durch die Flüsse und durch Regen zugeführt wird. Uebrigens müssen die Analysen begreiflicher Weise Verschiedenheiten und Anomalien darbieten, je nachdem das Wasser an der Oberfläche oder in grosser Tiefe, nahe an der Küste oder auf hohem Meere, an der Mündung von Flüssen oder weit ab von dem einströmenden Flusswasser, nach anhaltendem Regen oder nach langer Dürre u. s. w. geschöpft worden ist. Widersprüche in den Angaben sind daher leicht erklärlich. Denis de Montfort sagt in seiner *Histoire des sèches,* dass in 200 Fuss Tiefe geschöpftes Wasser ihm fast trinkbar vorkomme; aber andere Beobachtungen ergeben ein ganz entgegengesetztes Resultat. Als Stevenson 1816 in dem Hafen von Aberdeen und unterhalb Wolwich Untersuchungen anstellte, fand er, dass die tiefsten Schichten einen weit grösseren Salzgehalt hatten. Darondeau's und Fremy's Untersuchung des Meerwassers aus verschiedenen Tiefen, welche sie auf der Reise des Schiffes la Bonite ausführten, zeigte ebenso, dass die Dichte des Wassers und der Salzgehalt mit der Tiefe unter der Oberfläche steigen. Die letztere Beobachtung hat nur eine Ausnahme geliefert. In gleicher Weise haben ebendieselben nachgewiesen, dass der Gehalt an Luft und Kohlensäure an der Oberfläche geringer ist.[29])

Dass der Ocean und das Mittelmeer einen grösseren Salzgehalt haben als das schwarze Meer, das caspische Meer und der Aral-See ist eine entschiedene Thatsache; aber das todte Meer übertrifft alle anderen Meere. Nach Lavoisier, Macquer und Lesage (*Académie des sciences,* 1778) enthält dasselbe 38 Pfund 64 Gramm auf 100 Pfund; sein specifisches Gewicht ist so gross, dass ein Mensch in demselben nicht ganz untersinkt. Gay-Lussac hat die Analyse des Wassers dieses Meeres neuerdings wiederholt (*Ann. des mines,* t. V.). Bei einer Temperatur von 17° ist das specifische Gewicht 1,2283; ein Mensch kann auf demselben leicht schwimmen, ohne dass er nöthig hat, Bewegungen zu machen: in aufrechter Stellung würde er nur bis auf $^{81}/_{100}$ seiner Höhe einsinken. Ebenderselbe behauptet, dass dies Meer nicht mehr Salz aufnehmen könne. Neuerdings angestellte Versuche mit dem Senkblei, die bis zu einer Tiefe von 600 Faden gingen, haben ungeheure Salzkrystalle auf dem Grunde ergeben. Diese Verhältnisse sind seit 2000 Jahren dieselben geblieben und die Alten sagten, dass ein Mensch, ein Rind und ein Kameel auf den Wellen des todten Meeres einherschreiten könnten, ohne über den Knöchel einzutauchen; so behaupteten sie auch, aber mit Unrecht, dass kein Vogel über dasselbe hinweg flöge; nach dem heiligen Hieronymus lebt kein Fisch in dem Wasser desselben. Der Kaluga-See im nördlichen Afrika zeigt nach Douville auf eine weite Strecke dieselben Erscheinungen, wie das

todte Meer. Er ist mit Erdharz und Naphta bedeckt; Fische können in ihm nicht leben und die von ihm aufsteigenden stinkenden Dünste erregen erstickenden Husten. [30])

Man hat behauptet, dass der Salzgehalt des Wassers die Zersetzung und Fäulniss desselben verhindere; doch ist dies nicht genau. Das Wasser, sobald es dem Meere entnommen ist, hält sich nicht und verdirbt ebenso schnell wie süsses Wasser. Das, was es in seiner Reinheit, in seinem Leben, wenn man so sagen darf, erhält, ist das grosse Erregungsprincip der Entstehung und Erhaltung aller Wesen und Körper, die Bewegung. Das Wogen der vom Winde erregten Wellen, die submarinen Strömungen, die Ebbe und Fluth, die unsichtbare, aber nicht rastende Verdunstung, das Einströmen des Wassers, welches die Flüsse wieder zuführen, nachdem es die Länder durchflossen und befruchtet hat; alle diese Ursachen wirken vereint, das Meerwasser gegen das Verderben zu schützen, und erhalten somit die unzähligen Geschöpfe, welche in des Meeres tiefen Gründen leben.

Welches ist nun die Ursache des Salzgehaltes des Meeres? Die Ansicht, welche den meisten Beifall gefunden hat, ist die von Halley, dem Astronomen, der nicht weniger berühmt geworden ist durch seine kühnen Hypothesen, als durch sein Freundschaftsverhältniss zu Newton. Er geht davon aus, dass ursprünglich in dem Meere nur wenig oder gar kein Salz gewesen sei, aber dass dasselbe immer salziger geworden, jemehr Salz die Flüsse, welche dasselbe in ihrem Laufe aufnehmen, mit ihrem Wasser hinein führten. Nach dieser Hypothese müsste sich der Salzgehalt des Meeres von Tag zu Tag bis zur Sättigung steigern. Er kommt hieraus zu dem Schlusse, der auch Buffon's Beifall zu haben scheint, dass man das Alter der Welt aus dem Salzgehalte des Meeres werde bestimmen können, wenn man auf dem Wege der Erfahrung die Salzmenge ermittele, welche ein Fluss enthalte, und hieraus die aller Flüsse auf der Erde berechne. Halley hat jedoch eben so wenig, wie die, welche durch sein System sich verführen liessen, diese fabelhafte Zeitbestimmung auszuführen gewagt; man hat sich vielmehr darauf beschränkt eine in die Augen stechende, aber unausführbare Hypothese aufzustellen. Die ersten Jahrhunderte der Welt sind allerdings in einiges Dunkel gehüllt, doch ist dies nicht völlig undurchdringlich. Soweit wir in unserer historischen Zeitrechnung zurückgehen können, finden wir den Salzgehalt des Meeres nicht geringer als jetzt; dafür scheinen die Schilderungen der alten Dichter und Naturforscher zu sprechen, und ausserdem ist es nicht einmal der Wasserreichthum und die Menge der Flüsse, welche des Meeresbassin mehr oder weniger salzhaltig machen. Das schwarze Meer ist minder salzig, als das Mittelmeer und der Ocean; gleichwohl ergiessen sich in dasselbe verhält-

nissmässig sehr grosse Massen von Flüssigkeit: denn 40 Flüsse führen aus Europa und Asien demselben Wasser zu, und unter diesen Flüssen sind die Donau, der Dnjester, der Borysthenes (Dnjeper), der Phasis (Rion) u. s. w. Der Salzgehalt des Meeres rührt höchst wahrscheinlich von seinem eigenen Boden her und steht mit der Dicke der Salzschichten, von denen wir mehrere auf dem Festlande näher bezeichnet haben, in Verhältniss. Ob Seen salzig sind oder nicht, erklärt sich ebenso ohne weiteres; denn sie sind entweder kleine Binnenmeere, Ueberbleibsel des zurückgetretenen grossen Oceans, oder einfache Ansammlungen von Quell- und Flusswasser.

Führen nun die Flüsse gar keine salzigen Stoffe in den Ocean? Wenn dies nicht der Fall wäre, so würde sein Volumen, so gross es auch ist, doch durch die fortwährenden Verluste abnehmen. Wie könnte das Meer alles das, was es in seinem Schoose erzeugt, Thiere, Muschelschalen, Pflanzen, Corallen, Madreporen u. s. w. liefern und erhalten? Man bedenke nur, dass es sich hier um einen ungeheuren Verlust, einen ungeheuren Verbrauch handelt. Die Chinesen, sagt Macartney, bereiten ihren Kalk aus den Seemuscheln, die Araber aus den Corallenbänken an den Küsten des rothen Meeres. Die Mehrzahl der Inseln im indischen Oceane ist von ebensolchen Bänken umgeben, wodurch die Annäherung an dieselben so gefährlich wird. Die Küste von Annamucka, eine der Freundschafts-Inseln, wird von einem steilen Carallenfelsen gebildet, der sich 10 bis 12 Fuss über das Meer erhebt. Die Insel Palmerston ist aus 9 bis 10 kleinen Inseln zusammengesetzt, die man als die Gipfel des Corallenriffs ansehen kann, welches ihre Grundlage bildet; die Oberfläche ist Corallensand gemischt mit Pflanzenresten.

Einige dieser Inseln sind durch vulkanische Hebungen entstanden. Nach der gewöhnlichen Theorie, die Darwin einigermassen zu stützen sucht, stehen die Riffe, welche dieselben wie ein Gürtel umgeben, auf den Spitzen der Vulkane, der Krater correspondirt mit dem See und der Rand mit dem Landgürtel. Nach dieser Hypothese wäre das Bett des Meeres mit Kratern wie besäet, denn man würde wie in einem einzigen Archipel bis auf 70 zu rechnen haben, und mehrere würden wenigstens 50 Meilen Durchmesser halten. Gegen diese Theorie lässt sich einwenden, dass man weder auf dem Marquesas-, noch Gambier-, noch Gesellschafts-Inseln seit ihrer Entdeckung irgend einen vulkanischen Ausbruch beobachtet hat. Die Mehrzahl dieser Inseln verdankt ihre Entstehung Corallenmassen, die sich je länger, je mehr anhäufen, und Sand, vom Meere zerriebenen Theilen, welche durch die Springfluthen und die Wellen bei Stürmen auf diese neuen Länder geworfen werden.

Die absonderliche Form der Riffe erregte das Erstaunen der ersten Seefahrer. Ihre Ausdehnung muss den Naturforscher nicht

minder überraschen; denn einige Corallenriffe haben über 1000 Fuss Dicke. Die Insel Metia erhebt sich 25 bis 30 Fuss über den Meeresspiegel, und ihre Tiefe unterhalb desselben ist wenigstens das Doppelte. Zu Manaia, der Hauptinsel der Harvey-Gruppe, hat der Corallenfels über 300 Fuss Erhebung über dem Oceane.

Wenn das Meer durch die Flüsse keinen Ersatz für seine Verluste erhielte, woher käme dann der zur Bildung dieser Inseln und dieser riesigen Archipele unumgänglich nöthige Kalk? Von wo hätte es das Material zu den Meeresüberresten, welche es bei seinen localen Veränderungen auf dem Festlande zurückgelassen hat, und zu den grossen Massen von Muschelschaalen, welche oft Schichten von einigen Meilen bilden, nehmen sollen? Dumas sagt: „Es giebt in der Südsee Inseln, welche von dem Grunde des Oceans nach und nach sich erheben und über die Oberfläche heraustreten; welche anfangs von geringem Umfange sind, dann zunehmen, wie eine Urne mit verdicktem Rande auch immer mehr Fläche einnimmt, jemehr sie heraustritt. Sie bestehen aus Polypenhäusern, aus Corallen; einige Pflanzen setzen sich an, und so werden sie der Sitz eines Pflanzenlebens; fruchtbare Erde sammelt sich im Innern an und füllt die Vertiefung aus. Thiere finden sich ein, der Mensch bemächtigt sich derselben und auf der Erde ist der Ausgangspunkt eines neuen Gebietes fertig. Warum geht an diesen Polypenhäusern der Bau unaufhörlich von innen nach aussen? Worin besteht das Eigenthümliche ihrer Organisation? An welches Gesetz ist ihre ungeheure Familie gebunden? Ein Gesetz, welches die Eroberungen der unter der Herrschaft des Neptun stehenden Erde so begünstigt, dass kein Tag ohne einen Fortschritt vergeht. . . . Zum Bau dieser Polypenhäuser ist Kalk erforderlich; er findet sich aufgelöst in dem Meerwasser; er wird von dem Thiere aufgenommen und verhärtet in und mit dem Gewebe desselben. Im Innern der ungeheuren Urne, die sich von dem Grunde des Wassers erhebt, ist folglich der Kalkgehalt gering, aussen dagegen reichlich; und so offenbart sich, nach Forchammer's Ausspruche, das ganze Geheimniss dieses Baues, zu welchem gewissermassen die Vorsehung den Plan geliefert hat, das Geheimniss des vom Centrum nach der Peripherie hin sich erweiternden Baues; so wird die Rolle offenbar, welche die mineralischen Stoffe im Allgemeinen, welche der Kalk in diesem besonderen Falle in der Entwicklung der organischen Wesen spielen können."

„Ist es nicht, fährt derselbe fort, ein grossartiges Schauspiel, welches uns die Natur in der erhabenen Einfachheit ihrer Mittel bietet? Das mit Kohlensäure aus der Luft geschwängerte Regenwasser fällt auf unsere Kalkhügel; hier nimmt es kohlensauren Kalk auf; nachdem dieser in den Ocean fortgeführt ist, reissen ihn die regelmässigen Strömungen bald fort und von mikroskopischen Thieren er-

griffen, wird er als unmerklicher Stein dem Baue jener neuen Gebiete hinzugefügt, welche eine künftige Stätte der Humanität werden sollen." (*Discours de rentrée de la Faculté de médecine.*) [31])

So scheint die Natur in ihren Gesetzen, in ihren Umwandlungen durch jedes ihrer Glieder zu einem harmonischen Ganzen verbunden zu sein; sie scheint ein einziges Ziel zu haben, die Unterhaltung organischer Wesen, die Erhaltung des Lebens an allen Stellen der Erdoberfläche. Das Land, die Luft, das Meer entlehnen fortwährend von einander, geben sich einander zu jeder Stunde, theilen einander die Materialien ihrer Schöpfungen mit, indem ein Jedes für das universelle Werk arbeitet. Wie gross ist nicht die Rolle, welche das Meer in der Entwickelung der physikalischen und organischen Erscheinungen spielt! Durch die Verdunstung erzeugt es den die Länder befruchtenden Regen; es mässigt die extremen Temperaturverhältnisse und bringt sie mehr ins Gleichgewicht. Die Winde, welche so nothwendig sind, wenn die Luft heilsam sein soll, haben oft ihren Ursprung in den aufgeregten Massen des Oceans und tragen befruchtende Keime von einer Welt zur anderen. An den norwegischen Küsten findet man Cocosnüsse, Nüsse des Elephantenbaums (Acajou), riesige Schoten der Mimosa scandens, und an den Küsten von Malabar Cocosnüsse von den Seychellen. Diese schwimmenden Früchte offenbarten vielleicht dem Geiste des Christoph Columbus den amerikanischen Continent. Das Meer ernährt endlich in seinen Abgründen Geschöpfe, die an Zahl die in der Luft oder auf der Erdoberfläche lebenden Thiere übertreffen. In seiner Tiefe sind Wälder, von denen die Wellen oder das Senkblei uns nur kleine Brocken zu Tage bringen. Jene Schichten aber, welche auf dem Festlande abgelagert sind und sich selbst auf den Gipfeln der höchsten Gebirge finden, zeigen uns, dass der Schöpfer unstreitig die ersten organischen Wesen dem Oceane anvertraute, und dass er noch im Schoosse desselben lebende Wesen unterhält, welche so zahlreich sind, wie die Sandkörner an seinen Ufern.

Anmerkungen des Uebersetzers zum zweiten Abschnitte.

Erstes Capitel.

1) Kosmos I. S. 304; vergl. auch S. 375.

2) Nach dem preussischen Gewichtsgesetze wiegt der preussische Cubikfuss destillirten Wassers bei einer Temperatur von 15 Grad der 80theiligen Scala genau 66 preussische Pfund.

3) Siehe Anmerkung 69 zum ersten Abschnitte.

4) *Auli Gellii noctes atticae* XIX. 5; *Macrobii saturnalium* lib. VII. 12; ausserdem *Mureti variae lectiones*, IX. cap. 9.

5) Vergl. Anmerkung 57 zum ersten Abschnitte.

6) Bei völliger Ruhe kann das Wasser bedeutend unter den Nullpunkt abge-

kühlt werden, ohne zu gefrieren. Fahrenheit fand Regenwasser bei — 7,05 R. noch flüssig, Gay-Lussac mit Oel bedecktes Wasser bei — 9,06 R., Dalton reines luftfreies Wasser bei — 11,04 R.

7) Im ersteren Falle würde das specifische Gewicht 0,933, im anderen 0,952 sein. Williams fand 0,945, Osann 0,9268, Dumas 0,95, Irwine und Scoresby 0,937.

8) Nach den neueren Beobachtungen beträgt die latente Wärme 79° C., d. h. um 1 Pfund Eis von 0° zu schmelzen ist soviel Wärme erforderlich, als um ein Pfund Wasser von 0° auf 79° zu erhöhen.

9) *Plinii nat. hist.* lib. II. cap. 106, XXXI. cap. 7. sqq.; *Senecae quaest. nat.* lib. III. cp. 25.

10) Ein Gallon hält etwa 4 Quart.

11) S. Abschnitt I. Cap. 11 und Anmerkung 117 dazu.

12) Ueber Chatin's Versuche vergl. *Compt. rend.* XXVI. p. 282; XXXII. p. 669. XXXV. p. 508. Macadam in Edinburg (*Edinb. n. philos. Journ.* 1852, Apr. — Jun. p. 169—171 u. Jul. — Oct. p. 135—333) fand Chatin's Angaben über das Vorkommen des Jods in Luft und Regenwasser nicht bestätigt, dagegen fand er Jod in der Kohle mehrerer Pflanzen. Er vermuthet, dass Chatin's Prüfungsmittel Jod enthalten haben. Auch Lohmeyer in Göttingen (Götting. gelehrt. Anz. 1853. No. 9. S. 131) fand weder in der Luft, noch in Eiern und Milch einen Gehalt an Jod.

Zweites Capitel.

13) „Die sogenannten kalten Quellen können die mittlere Lufttemperatur nur dann anzeigen, wenn sie, ungemischt mit den aus grosser Tiefe aufsteigenden oder von beträchtlichen Berghöhen herabkommenden Wassern, einen sehr langen Weg unter der Oberfläche der Erde zurückgelegt haben." — In unseren Breiten zwischen 40 und 60 Fuss, in der Aequinoctial-Zone nach Boussingault einen Fuss unter der Oberfläche. v. Humboldt's Kosmos I. S. 228. Ueber die Temperaturverhältnisse der Quellen s. auch G. Bischof's chemische und physik. Geologie Bd. I. S. 83 ff.

Drittes Capitel.

14) Ueber die Temperatur heisser Quellen vergl. auch Dove's meteorologische Untersuchungen S. 27 und v. Humboldt's Kosmos Bd. I. S. 229.

15) Die älteste bekannte Bitterwasserquelle ist die zu Epsom in Surrey in England, in welcher auch 1695 das Bittersalz (schwefelsaure Magnesia) entdeckt wurde.

16) Bunsen's Untersuchung der wichtigsten Geisire Islands und die Erklärung ihrer Ausbrüche in Poggend. Annal. Bd. LXXII. S. 159; vergl. auch Bd. LXXIX. S. 350 über einen Apparat zur künstlichen Erzeugung der Geisirerscheinungen.

Viertes Capitel.

17) Dass in Strömen mitunter auch auf dem Grunde eine Eisbildung stattfindet, unterliegt jetzt keinem Zweifel mehr. Hales (*Vegetable statics* 1731) hat hierüber zuerst Beobachtungen angestellt. Von den neueren Untersuchungen verweisen wir auf Hugi (*Sur la glace au fond des eaux*) in *Bibl. univ.* T. XVI. p. 201 und Strehlke in Poggend. Annal. Bd. XXVIII. S. 233. Vergl. auch Marbach's physik. Wörterb. 2. Aufl. Art. Eis. S. 605 ff.

18) Ueber die geologischen Beziehungen der Flüsse s. G. Bischof's Geologie Bd. II. S. 1507 ff.

Fünftes Capitel.

19) Dove, (Monatsisothermen, Berlin 1849. S. 28 u. 29.) zeigt z. B., dass Nordamerika der vielen grossen Seen, von denen die 5 canadischen allein eine Oberfläche von 94000 englischen Quadratmeilen einnehmen, im Sommer sein Seeklima und im Winter sein Continentalklima zu danken hat und zwar desshalb, weil es mit seinen gefrornen Seen im Winter eine continentale Masse bildet, während es im Sommer mannigfach gegliedert erscheint.

Sechstes Capitel.

20) Die physische Geographie des Meeres von M. F. Maury. Deutsch von Böttger, Leipzig 1856. Cap. 11. Daselbst wird mitgetheilt, dass Walsh einmal bei 34000 Fuss noch keinen Grund fand, ebenso Berryman mit einer 39000 Fuss langen Leine. Denham will an einer Stelle erst bei 46000 Fuss Grund gefunden haben; Parker fast an derselben noch nicht mit einer 50000 langen Leine. Interessant ist der daselbst S. 197 beschriebene Apparat zum Sondiren grosser Meerestiefen, der sich gleichzeitig äusserst zweckmässig zum Emporbringen von Stoffen von dem Grunde des Meeres erwiesen hat. „Vom Gipfel des Chimborazo bis hinab auf die tiefste Stelle des atlantischen Meeres, welche bis jetzt vom Lothe erreicht wurde, beträgt der Abstand in der Verticalen 9 engl. Meilen (47520 engl. Fuss.)" (Maury). Das Becken des mexikanischen Meerbusens ist höchstens 5280 Fuss tief. Ueber die Proben von dem Meeresgrunde, welche Maury heraufförderte, s. Anmerk. zu Abschnitt I. Cap. 5. No. 69. In Folge der Entdeckungen einer ziemlich gleichförmigen Fläche zwischen St. Johns auf Neu-Fundland und der Valentia-Bai an der irländischen Küste, deren Tiefe nirgends 10000 engl. Fuss nach Maury überschreiten sollte, hat Lieut. Berryman von der nordamerikanischen Marine eine neue Sondirung dieser Linie, die man das Telegraphen-Plateau nennt, vorgenommen und die durchschnittliche Tiefe zu 10 bis 12000 Fuss gefunden. Die grösste Tiefe ist 11652 par. Fuss.

Siebentes Capitel.

21) Vergl. v. Humboldt's Kosmos I. S. 322. Maury a. a. O. S. 120 ff.

Achtes Capitel.

22) In Greenwich ist dem französischen Lieutenant Bellot ein Denkmal gesetzt mit folgender Inschrift: „Dem unerschrockenen jungen Bellot von der französischen Flotte, der beim Unternehmen Franklin zu retten das Schicksal und den Ruhm dieses berühmten Seefahrers theilte. Von seinen Bewunderern in England 1853.'

Neuntes Capitel.

23) Vergl. Marbach's phys. Wörterbuch. 2. Aufl. Art. Klima. Bd. IV. S. 265 ff. bearbeitet von dem Uebersetzer.

24) Kosmos Bd I. S. 326.

25) Ebend. Bd. I. S. 327.

26) Maury a. a. O. S. 13.; vergl. Marbach's phys. Wörterbuch. 2. Aufl. Art. Meer.

Zehntes Capitel.

27) Ueber das Leuchten des Johanniswürmchens und lebender Thiere überhaupt vergl. Marbach's phys. Wörterbuch. 2. Aufl. Art. Licht (bearbeitet von dem Uebersetzer) Bd. IV. S. 507 ff.

28) Ehrenberg's Untersuchung über die leuchtenden Seethiere s. ebendaselbst S. 509. — In Betreff des phosphorischen Leuchtens todter Seefische sei noch nach Heller (Archiv für phisiolog. und patholog. Ch. und Mikrosk. Jahrg. 1853. Hft. 4. S. 124) angeführt, dass die Fischer die leuchtenden Fische zum Fange der Seekrebse, Hummern, Krabben und dergl. benutzen. In die zum Fange dienenden Körbe füllen sie todte Fische und legen zu diesen einen leuchtenden; dieser beleuchtet den ganzen Korb und somit auch den Eingang für die Krebse, welche an dem leuchtenden Fische ihre Nahrung schon aus der Ferne erblicken und derselben zueilen. -- Heller zeigt ausserdem (a. a. O. 1853 Hft. 2. S. 47), dass das Leuchten des verwesten Holzes und anderer verwesten vegetabilischen Stoffe mit dem Fäulniss- und Verwesungsprocesse selbst nichts zu schaffen hat, sondern einem Kryptogam, einem kleinen Pilze aus dem *Genus Rhizomorpha*, zukommt, welcher sich vorzugsweise auf verwestem Holze bildet. Ferner macht er es höchst wahrscheinlich (a. a. O. S. 81), dass das Leuchten, welches man im Pflanzenreiche wahrgenommen hat, entweder von lebenden Pilzen oder von kleinen lebenden Thieren herrührt. Die Annahme des Leuchtens todter und verwesender Vegetabilien hält er für gänzlich falsch und überdies macht er darauf aufmerksam, dass viele Beobachtungen auf Täuschungen (Lichtreflex) beruhen. — Das Leuchten des Meeres findet er theils durch leuchtende Thierchen, theils durch mikroskopische Pflanzengebilde bedingt. — Ueber Phosphorescenz der Körper, oder die im Dunklen bemerkbaren Lichtphänomene der anorganischen Natur besitzen wir eine grössere Arbeit von Placidus Heinrich in fünf Abtheilungen. Nürnberg 1811, 1812, 1815 u. 1820.

Elftes Capitel.

29) Vergl. Poggend. Ann. Bd. XXXVII. S. 461. G. Bischof (chem. u. physik. Geologie II. S. 1716) ist dafür, dass im Weltmeere mit der Tiefe keine Zunahme des Salzgehaltes stattfinde (?). Das atlantische Meer ist salziger als die Südsee, auch ist in demselben der Salzgehalt im Westen grösser als im Osten. Poggend. Ann. Bd. XX. S. 122 u. 129.

30) Ueber das todte Meer vergl. G. Bischof's Geologie II. S. 1534 ff. u. S. 1719 ff.

31) Ueber das Wachsen der Coralleninseln vergl. G. Bischof a. a. O. I. S. 959.

DRITTER ABSCHNITT.

Von der Atmosphäre.

ERSTES CAPITEL.

Zusammensetzung und Gewicht der Luft.

Die Atmosphäre ist diejenige Luftschicht, welche die Erde auf allen Seiten einhüllt. Den azurfarbigen Anblick, welchen sie darbietet, nennt man das Firmament, und dieses Blau wird um so dunkler, je höher die Berge sind, von denen aus man hineinsieht, ja in noch grösserer Höhe muss der Himmel oder der Weltenraum schwarz erscheinen. Die der Erdkugel, welche sie umgiebt und an deren täglicher Rotationsbewegung und jährlichem Umlaufe um die Sonne sie Theil nimmt, gleichgestaltete Atmosphäre hat unzweifelhaft wie diese die Gestalt eines an den Polen abgeplatteten und an dem Aequator angeschwollenen Sphäroids.

Die Höhe der Atmosphäre hat nur annäherungsweise bestimmt werden können; man schätzt sie auf den dreihundertsten Theil des Erddurchmessers. Ihre Schichten sind, wie die auf den Bergen angestellten Beobachtungen erweisen, von verschiedener Dichtigkeit. Laplace hat berechnet, dass die Luft in einer Höhe von 6 Meilen ebenso dünn sein muss, wie die möglichst verdünnte Luft unter dem Recipienten einer Luftpumpe. Biot's Untersuchungen über die physische Beschaffenheit der Atmosphäre haben ziemlich dieselben Resultate ergeben. Es stützte sich dieser bei seinen Rechnungen auf Boussingault's, von Humboldt's und Gay-Lussa's barometrische, thermometrische und hygrometrische Beobachtungsreihen und namentlich auf die von dem Letzteren festgestellte Thatsache,

dass die Luft, wenn sie um einen Grad abgekühlt wird, ihr Volumen um $^1/_{267}$ vermindert. Biot gelangt nun, wenn er diese Abnahme zu Grunde legt, zu einer in 47000 Meter oder 150000 Fuss Höhe liegenden Grenze der Atmosphäre; geht er von v. Humboldt's auf dem Chimborazo und von Boussingault's auf dem Antisana angestellten Versuchen aus, so findet er für die obere Grenze der Atmosphäre sogar nur 43000 Meter oder 138000 Fuss. Hierbei ist indessen wohl zu beachten, dass die Hypothese, die Temperatur nehme mit der Höhe ziemlich gleichförmig ab, wohl nur bei ruhiger und heiterer Luft gültig ist. Denn Barral's und Bixio's in neuerer Zeit gemachte Luftfahrt hat gezeigt, dass das Thermometer bei einer Höhe von 22600 Fuss mitten in einer dichten Wolke bis 39°,7 gefallen war, d. h. noch 30 Grad unter die Temperatur, welche Gay-Lussac in derselben Höhe bei heiterem Himmel angetroffen hatte. [1])

Die atmosphärische Luft ist aus 21 Theilen Sauerstoff und 79 Theilen Stickstoff, oder genauer nach den neuesten Arbeiten von Dumas und Boussingault aus 20,8 Volumentheilen Sauerstoff und 79,2 Stickstoff zusammengesetzt. Ausserdem enthält dieselbe 5 bis 10 Tausendtheile Kohlensäure, Spuren von Salpetersäure, Ammoniak, Jod und endlich Wasserstoff, welcher höchst wahrscheinlich von einer Zersetzung des Wassers in grossen Höhen herrührt.

Ausser diesen wesentlichen Bestandtheilen findet sich in der atmosphärischen Luft noch Wasserdunst, der je nach der Temperatur, Höhe und Breite zwischen 0,0033 und 0,0166 dem Gewichte nach schwankt; ferner enthält sie noch erdige und organische Reste und ohne Zweifel auch unbekannte, unnachweisbare Miasmen in Folge der Zersetzung animalischer und vegetabilischer Materien. Einige dieser Substanzen werden von den Winden in grosse Höhen, in weite Fernen, von dem Aequator zu den Polen und von den Polen bis in die Gegenden der Tropen geführt. [2])

Man hat die Frage aufgeworfen, ob die atmosphärische Luft im Verlaufe der Zeit eine Veränderung erlitten habe, und ob die Zusammensetzung derselben in allen Höhen, unter allen Breiten, desgleichen zu allen Jahreszeiten dieselbe sei. Die Analysen, welche Dumas und Boussingault mit Luft aus Paris und mit Luftproben, welche Boussingault aus den Andes, Brunner und Martins von dem Gipfel des Faulhorns entnommen hatten, angestellt haben, beweisen, dass diese Zusammensetzung in allen Höhen dieselbe ist; ebenso hat sich keine nachweisbare Aenderung ergeben seit den vor fast 50 Jahren angestellten Analysen Gay-Lussac's und von Humboldt's. Dünnere Luft ist also ebenso zusammengesetzt wie dichtere, und es ist nicht begründet, dass, wie Dalton

meinte, der Stickstoffgehalt zunehme, je mehr man sich in der Atmosphäre erhebe.

Ungeachtet der Anerkennung, welche man so grossen Naturforschern zollen muss, haben doch einige Gelehrte über eine der wichtigsten physikalischen Fragen in Beziehung auf den Erdball Zweifel ausgesprochen. Der von Regnault angegebene eudiometrische Apparat hat es möglich gemacht, mit kleinen Gasmengen in kurzer Zeit Analysen mit einer solchen Genauigkeit auszuführen, dass dadurch alle bisherigen übertroffen werden. Obgleich die politischen Ereignisse ihn verhinderten, den grossen Plan, welchen er entworfen hatte, vollständig zur Ausführung zu bringen, ist es ihm doch möglich gewesen, neben einer sehr grossen Menge von Analysen, die er im Jahre 1848 mit Luft aus Paris und seiner Umgegend anstellte, noch viele Proben, die er aus verschiedenen Punkten Frankreichs, Spaniens, der Schweiz erhielt, der Analyse zu unterwerfen; einige Proben stammten sogar aus den Polargegenden und aus den heissen Ländern Indiens und Amerikas.

Die in der Pariser Luft gefundene grösste Menge Sauerstoff betrug 20,999, die kleinste 20,913; das allgemeine Mittel ist nahe 20,960. Wiewohl die grösste Differenz nur 0,086 ausmacht, ist sie doch beinahe viermal so gross, als ein Beobachtungsfehler in der Analyse betragen kann. Dieselben Ungleichheiten hat man in der Luft gefunden, welche aus den benachbarten Ländern stammte; aber entlegenere Gegenden ergaben viel bedeutendere. So enthielt Luft aus der Nähe von Calcutta, über dem Ganges am 8. März 1849 beim Beginn der Cholera entnommen, 20,390 und 20,387 Sauerstoff; das Wetter war damals während der Nacht sehr nebelig und die am Tage der brennenden Sonnenhitze ausgesetzten Flussufer waren mit Koth und faulenden Ueberresten animalischer und vegetabilischer Stoffe bedeckt.

Die Luft aus den Polarmeeren, welche Capitain Ross geliefert hatte, entfernte sich wenig von der normalen Zusammensetzung; von Bunsen auf Island angestellte Analysen ergaben dasselbe Resultat; Levy fand jedoch in der Luft, welche er bei einer Ueberfahrt von Havre nach Copenhagen auf dem Meere aufgefangen hatte, eine etwas geringere Menge Sauerstoff. Das Endresultat aus den in Regnault's Abhandlung enthaltenen Untersuchungen berechtigt zu dem Schlusse, dass die Luft unserer Atmosphäre in ihrer Zusammensetzung merkliche, wiewohl sehr schwache Veränderungen erleidet; denn der Sauerstoffgehalt schwankt im Allgemeinen zwischen 20,9 und 21 Procent. In den Beispielen jedoch, welche die warmen Länder Indiens beim Auftreten einer furchtbaren Epidemie lieferten, hat man die Sauerstoffmenge bis auf 20,3 herabgehen sehen.

An engen, eingeschlossenen dumpfen Orten wechselt und ändert

sich die Zusammensetzung dieser Flüssigkeit noch weit mehr; denn die in einem Abzugskanale zu Paris aufgefangene Luft, ergab bei einer Analyse:

Sauerstoff	13,79
Stickstoff	81,21
Kohlensäure	2,01
Schwefelwasserstoff . . .	2,99

Wollte man diese mephitische Luft einathmen, so würde man sich einem sicheren Tode aussetzen. Dupuytren hat durch Experimente nachgewiesen, dass $^1/_{800}$ Schwefelwasserstoffgas in der eingeathmeten Luft ausreicht, um in einigen Secunden Vögel zu tödten; schon bei einem Gehalte von $^1/_{1000}$ treten üble Zufälle ein.[3])

Unabhängig von zufällig in der Luft enthaltenen tödtlichen Gasen, deren Vorhandensein durch die Analyse nachgewiesen werden konnte, finden sich in dieser Flüssigkeit noch unnachweisbare Stoffe, welche Krankheiten zur Folge haben und selbst tödtlich wirken können, welche in die Respirationsorgane eindringend das Blut vergiften und die Bevölkerungen decimiren. Jetzt zweifelt niemand mehr daran, dass die schlechte Luft die Ursache der schrecklichen Sumpffieber ist. Wie verhält es sich nun mit den verheerenden Epidemien? Vergebens werden Barrieren gegen diese Landplagen errichtet, umsonst schliesst man sich ein in Orte, die man auf alle mögliche Weise zu schützen sucht, keine Burg ist fest genug, denn der unsichtbare Feind spottet aller Vorkehrungen und auf der ganzen Erdoberfläche ist keine Stelle versteckt genug, um gegen die Angriffe Schutz zu gewähren.

Aristoteles vermuthete, dass die Luft schwer sei, da er jedoch keinen Gewichtsunterschied fand, als er einen leeren und mit Luft aufgeblasenen Schlauch wog, so schloss er, dass sie nicht schwer sei. Alle Welt weiss, dass der grosse Galiläi, als ihn Brunnenmacher zu Florenz fragten, warum das Wasser in einer Pumpe nicht höher als 32 Fuss steigen wolle, zur Antwort gab, die Natur habe nur bis zu 32 Fuss Höhe einen Abscheu vor dem leeren Raume (*horror vacui*). Mit diesem Grunde liessen sich wohl die Brunnenmacher abfertigen, aber Galiläi selbst war damit nicht zufrieden, und Folge davon war die Entdeckung, dass die Luft schwer ist. Sein Schüler Torricelli und der Bürgermeister von Magdeburg Otto von Guericke, jener der Erfinder des Barometer, dieser der der Luftpumpe, waren es aber, denen vorbehalten war, die Beweise hierfür zu liefern; und Pascal, Boyle und Mariotte bestätigten es durch ihre Versuche.

Ein Cubikfuss Luft wiegt bei 28″ Barometerstand ungefähr $2^3/_4$ Loth, also 11 Cubikf. im Durchschnitte ein Pfund. Nimmt man

das specifische Gewicht des Wasser zu 10000 an, so verhält sich nach Brisson das der Luft zu demselben wie 1 zu 811,5 und nach Deluc wie 1 zu 760. Am Meeresspiegel ist das Gewicht der atmosphärischen Luftsäule gleich dem einer Quecksilbersäule von 28 par. Zoll oder einer Wassersäule von 32 Fuss; das Gewicht der ganzen Atmosphäre entspricht also dem Gewichte einer Quecksilberschicht von 28 Zoll oder 757,^{mm}96 Höhe, welche den ganzen Erdball einhüllen würde. Die Luft übt einen beständigen und bedeutenden Druck aus auf alle Körper an der Oberfläche der Erde und des Wassers; denn sie selbst erleidet einen Druck von den oberen Schichten, und kann, wiewohl sie in Folge ihrer Elasticität dem Drucke widersteht, bis auf den zehnten Theil ihres Volumens zusammengedrückt werden, wie es das pneumatische Feuerzeug beweist.

Legt man diese Ergebnisse zu Grunde, so berechnet sich der atmosphärische Druck auf einen Menschen mittlerer Grösse zu 300 Centner. Da in den Tiefen des Meeres Fische leben, eine Höhe von 32 Fuss Wasser aber dem Drucke einer Atmosphäre gleich kommt, so folgt hieraus, dass sie einem fünfzigmal und vielleicht hundertmal stärkerem Drucke unterliegen; gleichwohl verrichten sie ihre Functionen ungehindert und bewegen sich mit Leichtigkeit. Wie können diese Thiere bei ihrem so zarten Baue diesen Druck aushalten, nicht etwa blos ohne zerdrückt zu werden, sondern sogar ohne irgend eine Unbequemlichkeit dabei zu empfinden und ohne irgend etwas davon zu spüren? Die Physiker antworten, der Druck erfolgt in allen Richtungen und den statischen Gesetzen gemäss mit einer vollkommenen Gleichheit von aussen nach innen und von innen nach aussen. Bei allen organischen Wesen giebt es elastische Flüssigkeiten, die in den Lungen und in den Eingeweiden im ungebundenen, freien Zustande sich befinden, oder in dem Blute und in den wässerigen Theilen im Zustande der Auflösung vorhanden sind. Andererseits sind die Flüssigkeiten selbst beinahe ganz unzusammendrückbar oder incompressibel. Der innere Widerstand kann folglich wegen dieser Incompressibilität der Flüssigkeiten als unendlich angenommen und jedenfalls dem atmosphärischen Drucke gleichgesetzt werden, da dieser von einem Gase herrührt.

Das Barometer giebt das Gewicht der Luftsäule genau an. So einfach auch die Construction dieses, seit Torricelli bis auf die neueste Zeit immer mehr vervollkommneten, Instrumentes ist, erfordert es doch die allergrösste Sorgfalt, wenn es eine ausreichende Genauigkeit gewähren soll. Man nimmt dazu eine Glasröhre von etwa 3 Fuss Länge und 2 — 3 Linien Durchmesser, verschliesst das eine Ende mittelst einer Stichflamme, füllt sie bis zum dritten Theile mit gut gereinigtem Quecksilber, kocht sie hierauf, um alle

Luft und Feuchtigkeit zu entfernen, über einem hierzu besonders eingerichteten Ofen aus, giesst dann eine gleiche Menge Quecksilber zu, endlich das letzte Drittel und kocht jedesmal vorsichtig aus, damit im Innern der Röhre nicht das geringste Atom von Luft oder Wasser zurückbleibt. Ist die Röhre vollständig gefüllt, so lässt man das Quecksilber kalt werden; verschliesst sie ganz genau mit dem Finger, um den Zutritt der Luft vollständig abzusperren; kehrt sie dann um und taucht sie mit dem offenen Ende in einen mit Quecksilber gefüllten Behälter. So wie man den Finger entfernt, sinkt das Quecksilber in der Röhre und lässt im oberen Theile der Röhre einen leeren Raum zurück. Das Barometer ist nun bis auf die Scala fertig. Die verticale Höhe des Quecksilbers, welches der Luftsäule das Gleichgewicht hält, ist am Meeresspiegel im Mittel 28 par. Zoll. Da jedoch das Quecksilber je nach seiner Temperatur eine verschiedene Höhe und folglich ungenaue Anzeigen geben würde, so berechnet (reducirt) man den Barometerstand auf die Höhe, welche das Quecksilber bei der Temperatur 0°C. haben würde. Das Gefässbarometer, welches das einfachste von allen ist und welches Fortin im Anfange dieses Jahrhunderts sehr vervollkommnet hat, führt wohl auch den Namen dieses geschickten Künstlers. Dem Heberbarometer von Gay-Lussac und abgeändert von Bunten, geben die Physiker den Vorzug, und seine Verwendung ist namentlich bei meteorologischen Beobachtungen die sicherste. Das gewöhnliche Barometer ist zu genauen Messungen nicht geeignet.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen ist zwar am Meeresspiegel der atmosphärische Druck dem einer Quecksilbersäule von 28 Zoll oder 0,^{m}76 Höhe gleich; die Erfahrung lehrt jedoch, wie man auch ohne Weiteres erwarten kann, dass das Gewicht der Luft durch verschiedene meteorologische Einflüsse verändert wird; namentlich vermindert sich dies Gewicht, je höher man sich in der Atmosphäre erhebt, und ebenso steigt es, wenn man umgekehrt in tiefe Bergwerke kommt. Torricelli kam 1643 auf das Barometer; um zu zeigen, dass wirklich der Druck der Luft die Quecksilbersäule trägt, liess 1648 Pascal ein solches Instrument auf den Gipfel des Mont-Dore tragen, während er selbst ein zweites am Fusse des Berges beobachtete. Das Barometer stand auf dem Mont-Dore gegen 3 Zoll niedriger.[4])

Bei einer Höhe von etwa 1000 Fuss über dem Meeresspiegel hat man den dreissigsten Theil der ganzen atmosphärischen Masse unter sich; bei einer Höhe von ungefähr 10000 Fuss, also in einer Höhe, welche der Aetna noch nicht erreicht, den dritten Theil; bei etwa 18000 Fuss endlich, einer Höhe gleich der des Vulcan Arequipa, die Hälfte der Atmosphäre. Auf nicht sehr hohen Bergen hat man gefunden, dass das Quecksilber auf je 10,^{m}5 (33$^{1}/_{2}$ Fuss)

Höhe um 1 Millimeter (0,459 preuss. Linien) sinkt, was einem Unterschiede im specifischen Gewichte der Luft und des Quecksilbers entspricht, der sich wie 1 zu 10500 verhält, oder nach dem *Annuaire du bureau des longitudes* wie 1 zu 10366. Allein bei grösseren Erhebungen entspricht einem Sinken um 1 Millimeter erst eine grössere Höhe als 10,^{m}5, was man der allmäligen Abnahme der Dichtigkeit der Luft zuschreiben muss. Bouguer gab 1753 in Folge dieser Ergebnisse eine Methode an mittelst des Barometers Höhenbestimmungen von Oertern auszuführen. Deluc, Ramond und namentlich Laplace haben diese Methode weiter ausgebildet und vervollkommnet. Der Letztere nahm bei seiner Formel auf eine grosse Anzahl von Einflüssen Rücksicht, namentlich auf den der Temperatur, der Breite und der Schwere. Oltmann's Tafeln sind die bequemsten unter allen, welche bisher zur Erleichterung der Rechnung bei Höhenbestimmungen, wenigstens wenn man zu den Logarithmen seine Zuflucht nicht nehmen will, veröffentlicht worden sind. [5])

Mittlerer Druck der Atmosphäre.

Der Barometerstand erleidet, wie wir später sehen werden, fortwährende Veränderungen. Um den mittleren täglichen atmosphärischen Druck für einen bestimmten Ort zu erhalten, muss man das Barometer zu jeder Stunde des Tages beobachten und die Summen aller Beobachtungen durch 24 dividiren. Ebenso verfährt man, um das Mittel eines Monats, einer Jahreszeit, eines oder mehrerer Jahre zu gewinnen. Man hat jedoch gefunden, dass bestimmte Stunden des Tages ein ziemlich genaues Mittel geben. Zu Paris macht man 5 Beobachtungen und zwar um 4 Uhr und 9 Uhr Vormittags, zu Mittag, um 3 Uhr und 9 Uhr Abends; 2 Beobachtungen, die eine um 9 Uhr Vormittags und die andere um 3 Uhr Nachmittags liefern ziemlich genau dasselbe Resultat; in den gemässigten Klimaten ist der Barometerstand eine halbe Stunde nach Mittag, und in den Gegenden unter dem Aequator der um 1 Uhr nach Mittag dem Mittel sehr nahe.

Da die Höhe eines Ortes über dem Meeresspiegel durch das Barometer mit ziemlicher Sicherheit gemessen werden kann, so sollte man glauben, dass es, wenn man auf die Temperaturdifferenzen gehörige Rücksicht nimmt und den Stand desselben stets auf 0°C. reducirt, an allen Küsten des Meeres dasselbe Mittel zeigen müsse. Hieraus würde auch folgen, dass das Wasser des Meeres allenthalben auf der Erde in demselben Niveau stände; allein dem ist keineswegs so, wie es eine von Poggendorff mitgetheilte interessante Zusammenstellung Schouw's von den mittleren Barometerständen mehrerer an der Meeresküste in verschiedenen Breiten liegender Städte nachweist. [6])

Mittler Barometerstand bei 0° im Niveau des Meeres.

Ort.	Breite.	Uncorrigirt wegen der Schwere.	Corrigirt wegen der Schwere.
Cap	33° S.	763,mm 01	762,mm 20
Rio-Janeiro	23 „	764, 03	762, 65
Christianborg	5°30′ N.	760, 10	758, 16
La Guayra	10	760, 17	758, 32
St. Thomas	19	760, 51	758, 95
Macao	23	762, 99	761, 61
Teneriffa	28	764, 21	763, 10
Madeira	32 30	765, 18	764, 34
Tripolis	33	767, 41	766, 60
Palermo	38	762, 95	762, 47
Neapel	41	762, 34	762, 06
Florenz	43 30	761, 93	761, 81
Avignon	44	762, 02	761, 95
Bologna	44 30	762, 18	762, 13
Padua	45	762, 18	762, 18
Paris	49	761, 41	761, 68
London	51 30	760, 96	761, 41
Altona	53 30	760, 42	761, 01
Danzig	54 30	760, 10	760, 76
Königsberg	54 30	760, 49	761, 14
Apenrade	55	759, 58	760, 71
Edinburg	56	758, 25	759, 00
Christiania	60	758, 64	759, 63
Hardanger	60	756, 94	757, 04
Bergen	60	757, 01	758, 00
Reikiavick	64	752, 00	753, 20
Godthaab	64	751, 94	753, 13
Eyafjord	66	753, 58	754, 89
Godhaven	68	753, 76	755, 16
Opernavick	73	755, 18	756, 80
Melville-Insel	74 30	757, 08	758, 75
Spitzbergen	75 30	756, 76	758, 48

Aus dieser Tabelle ersieht man, dass der atmosphärische Druck oder der mittlere Barometerstand am Meeresspiegel ungefähr 761,mm35 beträgt. Am Aequator ist derselbe nur 758 Millimeter und von da an steigt er bis zu 40 Grad der Breite, wo er bis auf

762 und sogar bis auf 764 Millimeter in die Höhe geht. Ueber 40 Grad hinaus nimmt er wieder ab und zwar ohne Ausnahme, so dass sich bei 50 Grad Breite nur ein Barometerstand von 760 Millimeter ergiebt; in den noch weiter nach Norden liegenden Ländern geht der mittlere Barometerstand endlich bis auf 756 Millimeter herab. In der südlichen Hemisphäre offenbart sich die Abnahme schon bei 25 Grad Breite. In gleicher Breite ist der mittlere Druck der Atmosphäre auf dem atlantischen Ocean um 3,^{mm}50 stärker, als auf dem stillen Ocean. Dieser scheinbare Mangel an Gleichgewicht in der Luftsäule ist noch nicht hinreichend erklärt; ebenso kennt man auch den Einfluss auf das mittlere Meeresniveau noch nicht.

ZWEITES CAPITEL.

Periodische tägliche Barometerschwankungen.

Der Barometerstand erleidet fortwährende Schwankungen, zum Theil periodische oder tägliche, zum Theil zufällige oder veränderliche. Jene sind markirter unter dem Aequator, diese treten mehr hervor in mittleren Zonen und hohen Breiten. Von Beale erschien 1666 eine Abhandlung, in welcher er behauptet, dass des Morgens und des Abends das Barometer einen höheren Stand habe, als um die Mittagsstunde. Godin, der mit Bouguer und la Condamine zur Ausmessung der Erde und Bestimmung ihrer Gestalt nach Peru gesendet war, beobachtete aber zuerst zu Surinam die täglichen Barometerschwankungen. La Condamine bestätigte sie am Fusse der Cordilleren, Moseley auf den Antillen, P. Boudier zu Chandernagor (1740), Balfour zu Calcutta. Chanvalon fand, dass auf Martinique das Barometer ganz unbrauchbar war zur Bestimmung der Witterungsveränderungen; aber er bemerkte bald, dass es frühmorgens kaum merklich stieg, dann nach kurzem Stillstande bis zu Sonnenuntergang zu fallen begann, hierauf wieder eine Zeitlang denselben Stand behielt, und dann bis 10 Uhr Abends stieg. Die Regelmässigkeit dieser Bewegungen wurde niemals durch Regen, Winde und Stürme gestört. Adanson, welchem Chanvalon diese interessanten Beobachtungen mittheilte, fand dieselben Bewegungen am Senegal bestätigt; erst viel später stellte von Humboldt dieselben unter dem Aequator fest. Er sagt: „Ihre Regelmässigkeit ist so gross, dass man, besonders in den Tagesstunden, die Zeit nach der Höhe der Quecksilbersäule bestimmen kann, ohne sich im Durchschnitt um 15 bis 17 Minuten zu irren.“[7])

Coutelle wusste nichts von diesen Resultaten, als er im Auftrage des ägyptischen Instituts meteorologische Beobachtungen ausführte und schon nach einem Aufenthalte von einigen Wochen zu Kairo die Periodicität der Barometerschwankungen unter 30°3′ nördlicher Breite erkannte. Es darf indessen nicht verschwiegen werden, dass Horsburg behauptet, zu Bombay werde diese Periodicität durch Regen unterbrochen, stelle sich jedoch sofort wieder ein, sobald der Himmel sich aufheitere. Er fügt noch hinzu, dass die Periodicität unter derselben Breite auf hohem Meere sehr merklich sei und an den Küsten verschwinde.

Die Beobachtungen von Ramond und P. Cotte in Frankreich, von van Swinden in Holland über die periodischen Barometerschwankungen bestätigten die innerhalb der Tropen gewonnenen Resultate; aber die Variationszeiten sind, wie Ramond sagt, nach den Jahreszeiten verschieden: im Winter fallen die Wendestunden auf 9 Uhr Vormittags, 3 Uhr Nachmittags und 9 Uhr Abends; im Sommer scheint das Fallen gegen 8 Uhr früh zu beginnen, bis 4 Uhr anzuhalten und vor 10 Uhr Abends nicht wieder zu beginnen.

Je mehr man sich den Polen nähert, desto kleiner werden die periodischen Barometerschwankungen, und nach Capitain Parry sind sie schon bei 74 Grad Breite ganz verschwunden. Zu St. Petersburg ist ihre Grösse kaum der zwanzigste Theil von derjenigen, welche sie in niederen Breiten haben. Merkwürdigerweise werden sie sogar unter dem Aequator immer kleiner, je mehr man sich erhebt, so dass sie in 10000 Fuss Höhe unmerklich sind. Beobachtungen, welche Daniel zu Genf und auf dem grossen St. Bernhardt, Horner zu Zürich, Eschmann auf dem Rigi und Kämtz, Bravais, Martins, Wachsmuth, Peltier auf dem Faulhorn angestellt haben, zeigen, dass das Gesetz der täglichen Variation des Barometerstandes nach der Höhe sich ändert.

Die Oscillationszeiten sind, wie man bemerkt haben wird, unter den verschiedenen Zonen nicht dieselben. „Es ist eine durch Ihre Arbeiten festgestellte und durch die meinigen bestätigte Thatsache, schreibt Boussingault an von Humboldt, dass das Quecksilber innerhalb der Tropen seinen höchsten Stand zwischen 8 Uhr und 10 Uhr Vormittags erreicht, dann bis gegen 4 Uhr fällt und zwischen 3 Uhr und 5 Uhr Nachmittags am niedrigsten steht; dass es dann bis 11 Uhr Abends wieder steigt, ohne jedoch dieselbe Höhe zu erreichen, auf welcher es um 9 Uhr früh war; dass es endlich wieder sinkt bis 4 Uhr früh, ohne so niedrig zu kommen, als es um 4 Uhr Nachmittags war.“ Uebrigens war zu Santa-Fe de Bogota unter mehr als 1200 Beobachtungen der höchste beobachtete Barometerstand 563,^{mm}88 und der niedrigste 557,^{mm}68.

Aus einer grossen Anzahl von Beobachtungen zu Paris, welche

Bouvard zusammengestellt hat, ergiebt sich, dass daselbst das Barometer seinen höchsten Stand um 9 Uhr früh hat und dann bis 3 Uhr fällt; dann steigt es wieder und erreicht sein Maximum um 9 Uhr Abends, um nochmals zu fallen. Jeder Tag zeigt dieselbe periodische Bewegung. Die zweite Oscillation ist nur halb so gross, als die erste. Die Periode von 3 Uhr bis 9 Uhr Abends erleidet nur unerhebliche Veränderungen, nicht so ist es aber mit der von 9 Uhr früh bis 3 Uhr; denn in den Monaten Februar, März, April erreicht sie ihr Maximum, im November, December und Januar ihr Minimum, während in den übrigen 6 Monaten ein mittleres Verhältniss stattfindet. Uebrigens ist die Grösse der Oscillation in Frankreich um die Hälfte kleiner als innerhalb der Tropen.

Woher kommen die täglichen Barometerschwankungen? Ihre Beständigkeit in fast allen Ländern der Erde, ebenso wie ihre unveränderliche Periodicität, beweist, dass hier ein bestimmtes Naturgesetz waltet. Das Barometer giebt ausschliesslich den atmosphärischen Druck an; die täglichen Barometerschwankungen deuten also auf eine Ebbe und Fluth in der Atmosphäre hin, und natürlich führt man dieselben auf den doppelten Einfluss zurück, von welchem die Ebbe und Fluth des Oceans bestimmt wird. „Die so leicht verschiebbare Materie, welche unseren Erdball umgiebt, sagt Mead, folgt dem Einflusse einer anziehenden Kraft leichter als schwerere Körper; folglich erzeugt der Mond in der Luft eine weit markirtere Ebbe und Fluth, als im Wasser.“ Derselbe dürfte jedoch einen sehr wichtigen Einwand zu beachten haben, welcher von einem erklärten Anhänger seines eigenen Systems, nämlich von dem berühmten Ramazzini, erhoben worden ist. Dieser macht darauf aufmerksam, dass die Ebbe und Fluth zur Zeit des Neumondes und Vollmondes am grössten ist; folglich müsste man dann auch in dem atmosphärischen Drucke eine merkliche Veränderung bemerken; aber, fügt er hinzu, er habe nie bei einem Neumonde oder Vollmonde den geringsten Unterschied in der Höhe des Quecksilbers wahrgenommen und nichts Besonderes im Verhältniss zu anderen Mondsphasen gefunden. Mead's Antwort entkräftet diesen Einwand durchaus nicht; er behauptet sogar, dass in südlichen Ländern die barometrischen Veränderungen merklicher seien als in den nördlichen Klimaten. In jenen, setzt er hinzu, sind die Wirbelwinde viel häufiger und zu den Zeiten, wo die Winde eintreten, verändert sich die Quecksilberhöhe fast auf der Stelle. Mead verwechselt hier jedoch die zufälligen Veränderungen des Barometerstandes mit den täglichen Schwankungen. Es ist klar, dass Ebbe und Fluth von dem Durchgange des Mondes durch den Meridian abhängig sind, die Barometerschwankungen gehorchen aber durchaus nicht demselben Gesetze; denn sie treten täglich zu denselben Stunden ein, während Ebbe

und Fluth immer 50 Minuten später kommen. Die Rotationsbewegung der Erde, ebenso ihre fortschreitende Bewegung bei ihrem Laufe um die Sonne können ebenso wenig diese Erscheinung bedingen; es scheint naturgemässer die Erklärung derselben in dem Einflusse zu suchen, welchen die Sonnenwärme auf die Schichten der Atmosphäre ausübt. Die Amplitude der täglichen Schwankungen nimmt von dem Aequator nach den Polen zu ab; in den gemässigten Zonen erreicht sie ihr Minimum im Winter, ihr Maximum im Sommer. Hierin offenbart sich entschieden der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung; auch Bouguer, Laplace und Ramond haben dieser Erklärung beigestimmt. Allein wenn man auch geneigt ist, dieselbe im Allgemeinen anzunehmen, so bleibt es — wenn wir es auch nicht gerade für unmöglich erklären — doch immer noch schwierig, die Maxima und die Minima der Schwankungen mit denen der Temperatur in Einklang zu bringen. In Poggendorff's Annalen (XXII. p. 231) hat Dove eine andere Hypothese aufgestellt. Er schreibt alle Schwankungen dem Drucke der trockenen Luft und des Wasserdunstes zu und, indem er die Spannung des Dunstes für jede Stunde des Tages berechnete, hat er gefunden, dass ein tägliches Maximum und Minimum wirklich vorhanden ist. Dove hat jedoch keine ausreichende Menge von Beobachtungen gemacht und die Anomalien sind zu häufig, als dass man dieser allerdings sinnreichen Hypothese beipflichten könnte. [8])

DRITTES CAPITEL.

Zufällige Veränderungen des Barometerstandes.

Wenn die täglichen oder periodischen Barometerschwankungen innerhalb der Tropen sehr entschieden hervortreten, und dann allmälig schwächer werdend jenseits des 70. Grades der Breite fast ganz verschwinden, so verhält es sich mit den zufälligen Veränderungen ganz anders. Unter den Tropen sind diese ausserordentlich schwach; Wind und Regen haben dort nie die plötzlichen und unregelmässigen Bewegungen im Barometerstande zur Folge, die wir in unseren Klimaten bemerken. Die Amplitude der zufälligen Veränderungen wächst vom Aequator nach den Polen hin, und erreicht, ja überschreitet 40 Millimeter in hohen Breiten, während sie unter der Linie kaum einige Millimeter beträgt.

Bald nach der Erfindung des Barometers erkannte man den entschiedenen Einfluss gewisser Winde auf die Höhe der Quecksilbersäule. Aus 27jährigen, von Messier in den Jahren 1773

bis 1801 angestellten Beobachtungen suchte Burckhardt den Zahlenwerth der Veränderungen, welchen die Winde der verschiedenen Himmelsstriche im Barometerstande hervorbringen, zu berechnen. In Paris ist z. B. der mittlere Barometerstand 756,^{mm}61 und hiermit stehen die verschiedenen Winde in folgender Beziehung:

Wind:	Süd,	das Barometer steht niedriger um	3,7 Millimeter.
	Südwest	desgl.	2,9 „
	West,	desgl.	0,4 „
	Nordwest,	das Barometer steht höher um	1,3 „
	Nord,	desgl.	2,0 „
	Nordost,	desgl.	2,6 „
	Ost,	desgl.	1,1 „
	Südost,	das Barometer steht niedriger um	0,8 „

Bouvard hat dieselbe Arbeit wiederholt und dabei die von 1816 bis 1831 auf dem Observatorium zu Paris gesammelten Beobachtungen zu Grunde gelegt. In Beziehung auf den mittleren Barometerstand ergaben sich folgende Resultate:

			Millim.	Anzahl der Beobachtung.
Wind:	Süd,	das Barometer steht niedriger um	3,7	2944
	Südwest,	desgl.	3,0	2847
	West,	desgl.	0,8	3402
	Nordwest,	das Barometer steht höher um	2,0	1533
	Nord,	desgl.	3,2	2140
	Nordost,	desgl.	3,2	1390
	Ost,	desgl.	1,7	1248
	Südost,	das Barometer steht niedriger um	1,7	890

Ungeachtet der Uebereinstimmung in den allgemeinen Resultaten, bieten diese beiden Tabellen doch einige Verschiedenheiten dar, und es scheint daher, um genaue Zahlenwerthe zu erhalten, erforderlich, Beobachtungsreihen zu Grunde zu legen, welche eine noch weit grössere Zahl von Jahren umfassen. Gleichwohl sieht man ganz entschieden, dass zu Paris der Barometerstand grösser ist als der mittlere bei Winden aus Nord, Nordost, Nordwest und Ost, und niedriger bei Winden aus Süd, Südwest, Südost und West. Auch ergiebt sich hieraus die merkwürdige Thatsache, dass man ziemlich das jährliche Mittel des Barometerstandes zu Paris, also nahe 756,^{mm}61 erhält, wenn man das Mittel aus den Barometerständen bei zwei entgegengesetzten Winden nimmt. In Bouvard's Tabelle ist der grösste Unterschied in der Höhe der Quecksilbersäule bei den einander entgegengesetzten Winden Süd und Nord, nämlich 6,^{mm}9; bei Messier ist derselbe um 1,^{mm}2 kleiner. Der mittlere Barometerstand zu Paris erleidet innerhalb eines Jahres nur geringe

Veränderungen. Seit 1810 betrug die stärkste Abweichung noch nicht 4 Millimeter. Ein einziges Mal, seit Barometerbeobachtungen gemacht werden, stieg das Quecksilber auf 781 Millimeter und einmal fiel er auf 719 Millimeter, nämlich im Februar und December 1821.

Dass die Winde allenthalben denselben Einfluss auf den Barometerstand ausüben, darf man nicht erwarten. So findet man in einer neunjährigen Beobachtungsreihe von der Artillerieschule zu Metz nur eine Differenz von 4,^{mm}8 zwischen den Extremen. Zu Marseille ist fast gar kein Einfluss des Windes zu bemerken und wenn es ja der Fall ist, so ist das Resultat gerade entgegengesetzt dem, welches die Beobachtungen von Paris geben; bei Südwest z. B. steigt daselbst das Barometer, und bei Nordost fällt es. Geht man indessen die Barometerbeobachtungen von den Hauptstädten Europas durch, so ergiebt sich ein entschiedener, von der Richtung des Windes abhängiger Einfluss; man sieht nämlich, wie es auch von Paris gilt, dass bei Winden zwischen Nord und Ost das Barometer steigt und bei Winden zwischen Süd und West fällt, sodass man zu dem Schlusse kommt, dass das Barometer in Europa bei Landwinden steigt, bei Seewinden fällt. Indessen stösst man hierbei noch auf einige Anomalien, die man bei dem zeitigen Stande der Wissenschaft zu erklären ausser Stande ist.

Die meisten bis jetzt angestellten Beobachtungen betreffen die nördliche Halbkugel; die geringe Anzahl der Beobachtungen, welche aus der südlichen Halbkugel zu Gebote stehen, liefern analoge Resultate, nur dass die Wirkung der Winde eine entgegengesetzte ist. Dove hat in Schumachers Jahrbuche vom Jahre 1841 eine Anzahl von Beobachtungen mitgetheilt, aus welchen hervorgeht, dass in Südamerika das Barometer bei Winden aus West, Südwest, Süd und namentlich aus Südost steigt, während es bei denen aus Ost, Nordost, Nord und besonders aus Nordwest fällt. Aus allen diesen Beobachtungen kann man also den Schluss ziehen, dass ein Zusammenhang zwischen dem Barometerstande und der Windrichtung stattfindet. Dass die Temperatur hierbei eine wichtige Rolle spielt, ist wahrscheinlich; denn in unseren Gegenden verdichtet sich die durch die Nord- und Nordost-Winde abgekühlte Luft und wird schwerer, während sie unter dem Einflusse der Wärme und südlicher Winde sich ausdehnt und verdünnt. Doch müssen wir wiederholen, dass sich hierfür kein strenger Beweis führen lässt; denn man könnte mit nicht minderer Wahrscheinlichkeit behaupten, dass die in dem Gewichte der Luft eintretenden Differenzen die wahrscheinliche Veranlassung für die Entstehung der Winde abgeben, oder dass beiden untrennbar von einander und gleichzeitig auftretenden Phänomenen eine gemeinschaftliche Ursache zu Grunde liege, welche wir bis jetzt nur nicht kennen.

Barometerstand beim Regen.

Zur Zeit der Erfindung des Barometers glaubte man, dass das Steigen desselben Regen anzeige, weil die mit Wasserdünsten beladene Luft schwerer sein müsse; allein bald erkannte man, dass das Umgekehrte richtiger sei, denn im Allgemeinen steigt das Barometer um so mehr, je heiterer und trockener die Luft ist, während es bei Regenwetter und namentlich beim Herannahen eines Sturmes fällt. Deshalb pflegt man an der Quecksilbersäule die Stellen besonders zu bezeichnen, welche für gewöhnlich mit diesem oder jenem Witterungszustande zusammentreffen. Häufig ereignet es sich jedoch, dass keine Uebereinstimmung stattfindet, und dann schreibt man dies wohl gar der ungenauen Anfertigung des Barometers zu. Aus den vielen Beispielen, die wir hierfür beibringen könnten, wollen wir nur folgendes erwähnen. Am 10. April 1853 stand das Barometer auf 767 Millimeter, d. h. auf anhaltend schön, während es vom Morgen an bis 2 Uhr zu Paris und seiner Umgegend fein und anhaltend regnete. Steht das Barometer auf veränderlich, so erlebt man bald Regenwetter, bald ziemlich anhaltendes schönes Wetter, namentlich im Sommer und zur Zeit der Aequinoctien. Regen tritt noch ein, wenn der Quecksilberstand ziemlich hoch ist, und schönes Wetter, wenn er ziemlich weit heruntergeht. Dergleichen Fälle sind jedoch nur Ausnahmen und diese falschen Angaben dauern nicht lange. So wird in den gemässigten Gegenden, z. B. zu Paris, das Wetter im Allgemeinen schön, sehr schön, sehr trocken u. s. w., je mehr das Queksilber steigt und sich seinem höchsten Stande nähert; fängt aber das Barometer an zu fallen, so bedeckt sich der Himmel mit Wolken und Regen lässt nicht lange auf sich warten. Sind somit die Angaben des Barometers auch nicht immer zuverlässig, so ist doch nicht zu verkennen, dass die zufälligen Veränderungen desselben von grosser Wichtigkeit und von wahrem praktischen Nutzen sind.

Deluc und einige Physiker haben die zufälligen Barometerveränderungen durch eine Hypothese zu erklären gesucht, deren Unhaltbarkeit Gay-Lussac, Dalton und de Saussure gezeigt haben. Da der Wasserdunst, sagte er, leichter sei als die Luft, so dehne sich diese aus und werde im Verhältnisse mit der in der Atmosphäre enthaltenen Menge des Wasserdunstes verdünnt; komme nun mit Wasserdünsten beladene Luft über das Land, so werde der atmosphärische Druck verringert und das Barometer fange an zu fallen. Die in einer Gegend angesammelten Wasserdünste steigen empor, Wolken bilden sich, die Bläschen, aus denen sie bestehen, nähern sich einander, vereinigen sich und der Regen fällt herab. Bei Süd- und Südwest-Winden, welche feuchte Luft bringen, regnet

es und das Barometer fällt; unter dem Einflusse der trockenen Nord- und Nordost-Winde steigt es dann wieder. Werden die Dünste aus der Luft auf die Erdoberfläche niedergeschlagen, so ist der Regen von kurzer Dauer und das Barometer steigt, wenn ein kalter und trockener Wind entweder aus Norden, oder aus den oberen Gegenden der Atmosphäre eintritt; hält aber der feuchte Wind an, so giebt es reichlichen Regen und das Barometer fällt. Haben sich in einer Gegend die Dünste einer feuchten Luft an einer gewissen Stelle zu Wolken vereinigt, so kann es kommen, dass, wenn diese Wolken durch einen oben in der Atmosphäre wehenden Wind in eine andere Gegend geführt werden, der Regen nicht in der Gegend fällt, an welcher das Barometer niedrig steht, wohl aber in der anderen, in welcher das Barometer einen hohen Stand hat u. s. w. Schon de Saussure hatte gegen diese Hypothese mehrere Einwürfe vorgebracht, namentlich bewies er, dass die Barometerveränderungen mit der Menge des in der Luft enthaltenen Wasserdunstes nicht in Uebereinstimmung ständen. Wäre diese Hypothese wahr, so müssten gerade in der Nähe des Aequators wegen der ungeheueren Verdunstung, welche daselbst vor sich geht, die stärksten Barometerveränderungen gefunden werden. Es ist zwar wahr, dass bei gleicher Spannung ein Volumen feuchter Luft weniger wiegt, als dasselbe Volumen trockener Luft; allein in den meisten Fällen übt die ruhige Verdunstung des Wassers auf die Bewegungen der Atmosphäre gar keinen Einfluss aus. Da mehrere Luftarten in demselben Raume enthalten sein können, ohne einander zu verdrängen, warum soll dann nicht das Gewicht der Luft sich mit dem der Wasserdünste vereinigen? Hiernach sollte vielmehr das Barometer in einer feuchtigkeitsfreien Atmosphäre fallen und im Gegentheil steigen, sobald die Luft eine beträchtliche Menge Wasser aufgenommen hat. Jedenfalls ist es nicht die in der Atmosphäre enthaltene Menge von Dünsten lediglich allein, von welcher die zufälligen Barometerveränderungen bedingt sind. Wir haben schon auf den Einfluss des herrschenden Windes, oder vielmehr auf die Gleichzeitigkeit der Windrichtung und der Veränderung in dem Gewichte der Luftsäule hingewiesen; wiederholen jedoch nochmals, dass wir nicht wissen, ob die Winde die Ursache oder die Wirkung bei diesem Vorgange sind.

Barometerstand bei Gewittern.

Bei der Annäherung von Gewittern und Stürmen oder während ihrer Dauer zeigen sich die niedrigsten Barometerstände. Gewöhnlich treten dann grosse Veränderungen plötzlich und in kurzen Zeiträumen ein; ist aber das Gewitter heftig und anhaltend, so bleibt

auch der Barometerstand sehr niedrig. Bei dem Gewitter, welches sich am 7. Januar 1839 bei Edinburg entlud, fiel das Barometer um $5^1/_2$ Uhr früh Morgens auf 702,^{mm}30. Während des Gewitters, welches am 9. Februar 1783 ganz Europa heimsuchte, waren die Veränderungen nach den Oertlichkeiten sehr verschieden. Zu Rom und St. Petersburg fiel das Barometer 7 Millimeter unter den mittleren Stand; zu Marseille 11; auf dem St. Gotthard, zu Prag und zu Regensburg 13; zu Stockholm 16; zu Kopenhagen 18; zu Paris 27; zu Amsterdam und in mehreren deutschen Städten 30; endlich in der Mitte Englands sogar 31 Millimeter. Aussergewöhnliche Barometerveränderungen in einem Lande zeigen sehr ausgedehnte atmosphärische Störungen an. Aus einer Vergleichung gleichzeitiger Beobachtungen wird man ohne Zweifel einmal nachweisen, dass jedes bedeutende Sinken des Barometers in gewissen Gegenden gleichzeitig eintritt mit einem verhältnissmässigen Steigen in mehr oder weniger entfernten Gegenden. Nach heftigen Gewittern muss man sich auch auf vielen und starken Regen gefasst machen; ebenso will man die Bemerkung gemacht haben, dass sie merkliche Temperaturwechsel zur Folge haben. Im Jahre 1821 trat zur Zeit des Winter-Solstitiums ein sehr niedriger Barometerstand zu Paris ein; diese Jahreszeit war in Frankreich und im Allgemeinen im nördlichen Europa sehr mild. Im Sommer war die Wärme einige Grad höher als gewöhnlich. Dem Winter von 1833, welcher zu den mildesten in unseren Klimaten gehört, waren Barometerveränderungen vorangegangen, die sich sehr weit erstreckten. Indessen sind erst noch vielmehr Beobachtungen anzustellen, ehe man eine allgemeine Regel in dieser Beziehung aussprechen oder auch nur eine starke Wahrscheinlichkeit für eine solche in Anspruch nehmen darf.

Das Barometer gewährt trotz alledem, namentlich für die Seefahrer, einen unbestreitbaren Nutzen. Ein sehr niedriger Stand dient, da er mit Sicherheit Sturm und bevorstehendes Unwetter anzeigt, dem kundigen Steuermanne als Anhalt, um die Vorsichtsmassregeln zu treffen, welche nöthig sind, der drohenden Gefahr vorzubeugen. Scoresby und Admiral Krusenstern versichern, dass sie den Angaben des Barometers und ihrem Vertrauen zu demselben zum grossen Theile das Glück zu danken haben, dessen sie sich auf ihren langen Fahrten erfreuten. [9])

VIERTES CAPITEL.

Einfluss des atmosphärischen Drucks auf den menschlichen Körper.

Mit der Mehrzahl der äusseren Agentien steht der Mensch in einer so unmittelbaren, so innigen Beziehung, dass man an ihrer Wirkung nichts ändern darf, ohne seinen Organismus zu stören, oder ohne seine ganze Existenz zu gefährten. Würde die Zusammensetzung der Luft geändert, so würde der Athmungsprocess, ebenso die Wärmeentwickelung unterbrochen; das belebende Princip würde ermatten, die Circulation gehemmt und die Empfindung verschwinden. So ist auch der atmosphärische Druck zur Erhaltung des Lebens nicht minder unerlässlich, wie der Sauerstoff selbst; denn eine beträchtliche Verringerung des Luftdruckes hat die Umwandlung der tropfbaren Flüssigkeiten in luftförmige unmittelbar zur Folge; ebenso stirbt ein unter den Recipienten der Luftpumpe gebrachtes Thier, wenn man die Luft auspumpt, unter aussergewöhnlichem Aufschwellen des Körpers in sehr kurzer Zeit.

Mayow[10]) hat den Mechanismus beim Athmen sehr passend mit dem Spiele eines Blasebalges verglichen, und die Mehrzahl der Physiologen hat ihm hierin beigestimmt. Unter dem Einflusse der Inspirations- (Intercostal-) Muskeln erweitert sich die Brust, indem die Wände des Brustkastens nachgeben, und hierauf stürzt die äussere, dichtere Luft in die Lungen. Das Ausathmen erfolgt durch das Nachlassen der Intercostal-Muskeln und nach Reisseisen's Auseinandersetzung namentlich durch die Elasticität der Lungen vermöge ihrer contractilen Muskelfasern. Haller hatte gefunden, dass die Weite der Respirationsbewegungen durch die Verdichtung der Luft begünstigt wird, nämlich dass sie dann leichter und durch ihre eigene Elasticität in die Lungen eintritt, während dünnere Luft die Reaction der Bronchien (Luftröhrenäste) nicht überwinden kann. Je dünner die Atmosphäre wird, desto schwerer wird daher das Athemholen, und nach den auf hohen Bergen gemachten Erfahrungen muss man wohl auch die Uebelkeiten, die Schwäche und die Respirationsstörung mehr der Elasticitätsverringerung der Luft als dem nicht ausreichenden Sauerstoffgehalte zuschreiben.

Oben haben wir gesehen, dass die im Wasser enthaltene Luftmenge nach dem atmosphärischen Drucke verschieden ist. Nach Biot wächst die Menge der in einer Flüssigkeit aufgelösten Luftarten dem Gewichte nach proportional dem Drucke, unter welchem diese stehen. Es würde nun naturgemäss erscheinen, dass eine in den Dichtigkeitsverhältnissen der Luft eintretende Veränderung nicht

ohne Wirkung auf die chemischen Erscheinungen bei der Respiration sein könne; allein Lavoisier's Untersuchungen sind dieser Ansicht nicht günstig. Dieser hat nämlich erwiesen, indem er Thiere in reines Sauerstoffgas brachte, dass die Absorption dieses Gases und ebenso die Erzeugung von Kohlensäure ganz in denselben Verhältnissen, wie in normaler Luft, vor sich geht. Gleiche Resultate ergaben die neueren Untersuchungen von Regnault und Reiset. Es scheint also am sichersten, dem Schlusse beizustimmen, zu welchem Burdach[11]) kommt, dass nämlich das Blut nur bis zu einem gewissen Quantum Sauerstoff aufnehmen kann, dass dieser Sättigungsgrad dem Zustande der vitalen Functionen entspricht, und dass das relative mit der Luft eingeathmete Quantum dieses Gases die Blutbildung nicht zu modificiren vermag. Man hält es jedoch für wahrscheinlich, dass durch verstärkten atmosphärischen Druck die Endosmose der Luft und des Sauerstoffs begünstigt wird, und dass nach einem Bade in verdichteter Luft eine beträchtlichere Ausathmung von Kohlensäure eintritt.

Die arteriellen, capillären und venösen Circulationen erleiden nach Poiseuille unter dem verschiedensten Drucke weder eine Beschleunigung noch eine Verzögerung; allein seine mikroskopischen Untersuchungen, welche er an verstümmelten jungen Säugethieren anstellte, führen nicht zu eben so absoluten Schlüssen. Auch erzählen alle Reisenden, dass der Puls in der dünnen Luft auf hohen Bergen eine lebhafte Beschleunigung erleide, und ebenso haben umgekehrt Pravaz und Tabarie sehr oft gefunden, dass durch ein Bad in verdichteter Luft die Zahl der arteriellen Pulsschläge um zwei Fünftel verringert wird.

Man hat, und wohl nicht ohne Grund, die Ansicht aufgestellt, dass in Folge des atmosphärischen Druckes die an den klaffenden Enden der Venen befindlichen Stoffe in das Innere dringen; jedenfalls steht es ausser Zweifel, dass zur Absorption der Luftdruck unumgänglich nöthig ist, und dass ohne denselben dieselbe nur in geringem Grade stattfindet, wohl gar still steht. In sehr verdünnter Luft haben alle Flüssigkeiten des menschlichen Körpers ein unwiderstehliches Bestreben nach der Peripherie hin sich zu begeben, aus ihren Canälen auszutreten und sogar sich zu verflüchtigen. Die Absorption der Gase durch die Haut, wenn man diese Functionen, für welche Bichat's und Chaussier's Untersuchungen zu sprechen scheinen, zugeben will, geschieht in Folge des atmosphärischen Druckes. Als Beleg für diese Gasabsorption führen wir nur an, dass Thiere, welche in einen mit tödtlichem Gase gefüllten Behälter gebracht werden, sehr schnell sterben, wenn sie auch mit dem Kopfe ausserhalb desselben sich befinden; ferner dass der Aufenthalt in einem anatomischen Laboratorium, selbst wenn man mittelst einer

Röhre Luft von ausserhalb athmet, den in den Eingeweiden befindlichen Gasen einen charakteristischen Geruch ertheilt.

Die beiden Brüder (Wilhelm und Eduard) Weber in Leipzig haben gezeigt,[12]) dass das Gewicht des Beines, wenn es am Rumpfe hängt, unmittelbar durch den Druck der Luft, mit welchem dieser die beiden Gelenkflächen zusammenpresst, getragen werde. Indem sie durch die Pfannenwand ein Loch bohrten und Luft eintreten liessen, gab der Schenkelkopf wegen des Gewichtes des Gliedes etwas nach und fiel um eine gewisse Grösse heraus. J. Guérin hat sich durch directe Versuche überzeugt, dass dies nicht blos an den Gelenkflächen des Schenkels der Fall ist, wie es die beiden geschickten Leipziger Physiologen nachgewiesen haben, sondern dass ganz allgemein der atmosphärische Druck auf alle arthrodialen (flächigen) Gelenke je nach der Grösse der Fläche haltend wirkt. Aus diesem hiermit verallgemeinerten Sachverhältnisse hat derselbe prächtige Consequenzen zu ziehen gewusst. Er hat gesehen, dass bei gewissen Bewegungen sich im Innern der Gelenke eine Art leerer Raum oder wenigstens eine Erweiterung des schon vorhandenen Raumes bildet; das Gleichgewicht zwischen dem äusseren und inneren Drucke ist dann gestört und es tritt nun gewissermassen ein Saugen an der inneren Wandfläche ein. Was an den Gelenken geschieht, erfolgt auch im Innern der serösen Häute: nämlich im Unterleibe durch die Bewegungen dieser Gegend; im Rippenfelle durch die Respirationsanstrengungen; im Herzbeutel durch die Contractionen des Herzens; endlich in der Spinnewebenhaut durch die Bewegungen des Gehirns während des Athmens. J. Guérin hat dies, wofür bereits eine starke Analogie sprach, bewiesen, indem er in die serösen Höhlungen eine umgebogene und graduirte Röhre brachte, welche bis zur Hälfte beider Schenkel mit einer Flüssigkeit gefüllt war, die durch den ungleichen Druck der beiden Mittel im Verhältniss mit der Flüssigkeitssäule steigen oder fallen konnte. Was folgt hieraus? Es wird der experimentelle Nachweis geführt, dass in den Gelenken und in den serösen Höhlungen sich Erweiterungen bilden, ein Raum, in welchem der von innen nach aussen gerichtete Druck merklich geringer ist, als der von aussen nach innen gehende. Die Flüssigkeiten werden durch ein Saugen, welches dem bei der Pumpe oder dem Schröpfkopfe analog ist, ausgetrieben und andererseits füllt der atmosphärische Druck das Innere mit den Flüssigkeiten, welche durch ihr Austreten das Gleichgewicht zwischen den beiden Drücken herstellen.

Hiernach lässt sich die Ermüdung, die Beschwerde bei der Bewegung der Gelenke begreifen, welche man beim Besteigen hoher Berge empfindet; hieraus erklärt sich auch, warum völlige Unbeweglichkeit eine wesentliche Bedingung ist, um Steifigkeit der Gelenkflächen zu erhalten. Wie gefährlich der Luftzutritt in die serösen

Höhlungen ist, war durch die Erfahrung hinlänglich bekannt; J. Guérin's Untersuchungen haben bewiesen, dass ein grosser Theil der dann eintretenden Zufälle von der bedeutenden Störung veranlasst wird, welche im Innern dieser Höhlungen in der Secretion der Flüssigkeiten und des Gelenkwassers herbeigeführt wird.*)

Es scheint uns erwiesen, dass der atmosphärische Druck zu der Classe derjenigen Agentien oder Phänomene gerechnet werden müsse, welche bei dem Spiele der Organe und bei der Erhaltung des Lebens unumgänglich nöthig sind; allein die Frage, um welche es sich jetzt handelt, ist, ob ein Unterschied im Luftdrucke auf den menschlichen Körper einen Einfluss ausübt, und dann innerhalb welcher Grenzen und unter welchen Umständen sich diese Wirkung äussert. Die höchste Spitze Asiens und der ganzen Erde der Mount Everest ist 27212 par. Fuss hoch; der Kintschindjunga im Himalaya 26419 par. Fuss; der Dhawalagiri 25171 par. Fuss; der Nevado de Sorata in Amerika 23588 par. Fuss; der Montblanc 14805 par. Fuss; der Pic von Teneriffa 11420 par. Fuss; diese höchsten Punkte sind unbewohnt. Die beiden höchsten zu wissenschaftlichen Zwecken ausgeführten Luftfahrten sind die von Gay-Lussac, welcher 1804 vom *Conservatoire des arts et métiers* aufstieg und eine Höhe von 21683 par. F. erreichte, und die von Barral und Bixio, welche 21835 par. F. hoch kamen. In dieser Höhe fiel das Barometer bis auf 328 Millimeter herab. Die Zufälle, welche in so hohen Luftregionen eintreten, sind bekannt; das Leben ist dabei allerdings nicht in Gefahr, denn bekanntlich dauert der Aufenthalt in einem solchen Mittel nie lange. Indessen giebt es doch in Amerika Städte in einer Höhe von mehr als 12500 Fuss über dem Meeresspiegel, z. B. Calamarca und Potosi, von denen die letztere im 18. Jahrhunderte 150000 Einwohner gehabt haben soll. Es ist kaum nöthig, noch Städte anzuführen wie Puno in 12400; la Paz in Bolivia in 11800; Laxamarca in Peru in über 9000 und endlich la Plata in etwa 8500 Fuss Höhe. An allen diesen Orten gedeiht die Bevölkerung, die Gemeinwesen erhalten sich, der Mensch ist thätig und die Reisenden sprechen von keinen besonderen Erscheinungen weder in Betreff der Lebensbedingungen, noch der Lebensdauer. Boussingault sagt: „Wenn man das Getriebe in Städten wie Bogota, Micuipampa, Potosi u. s. w. gesehen hat, welche in einer Höhe von 8000 bis 12500 Fuss liegen; wenn man Zeuge gewesen ist von der Kraft und der bewundernswürdigen Gewandtheit der Toreadores bei den Stiergefechten in dem über 9000 Fuss erhobenen Quito; wenn man ge-

*) *Mémoire sur l'intervention de la pression atmosphérique dans le mécanisme des exhalations séreuses, par M. J. Guérin.* Gelesen in der Academie der Wissenschaften zu Paris am 13. Januar 1840.

sehen hat, wie junge und zarte Frauenzimmer ganze Nächte hindurch tanzen, an Orten, fast ebenso hoch wie der Montblanc, wo der berühmte Saussure kaum Kraft genug behielt, um seine Instrumente zu beobachten, und wo seine rüstigen Aelpler, als sie ein Loch in den Schnee graben sollten, in Ohnmacht fielen; wenn man endlich bedenkt, dass eine berühmte Schlacht, die von Pichincha, fast in der Höhe des Monte Rosa geliefert wurde: — so, glaube ich, wird man mit mir übereinstimmen, dass der Mensch sich an das Einathmen der verdünnten Luft von den höchsten Gebirgen gewöhnen könne.“ [13])

So zeigt die Erfahrung, dass der Mensch in allen Gegenden der Erde leben kann, und dass allenthalben, mit Ausnahme gewisser Orte, an denen der Gesundheit nachtheilige Verhältnisse vorwalten, die zu seinem Bestehen wesentlichen Functionen ohne Beeinträchtigung verrichtet werden können. Woher kommt dieser dem Menschen allein gewährte und der Mehrzahl der Thiere versagte Vorzug? Ohne Bedenken muss man dies einem gewissen Acclimatisirungsvermögen und einer Adaptation an die ihn umgebenden physischen Verhältnisse zuschreiben. Der Mensch findet sich, bequemt sich, modificirt sich, accommodirt sich in diesen Höhen ebenso, wie sonst wo, in und an die verschiedenen Agentien der Aussenwelt. Unter dem Einflusse der Lebenskraft, welche den ihrer Botmässigkeit unterworfenen Körper zu erhalten strebt, setzen sich die Functionen zu den Mitteln, in welchen sie ihre Dienste thun müssen, in das richtige Verhältniss, und hieraus folgt nothwendig, dass der Mensch ohne besonders schlimme Folgen in einer Atmosphäre leben kann, die mehr oder weniger dicht, mehr oder weniger geräumig ist, selbst unter Verhältnissen, die das Doppelte oder die Hälfte von dem normalen betragen. In den Ebenen, wie auf hohen Bergen haben die Eingeborenen nicht erst nöthig sich zu acclimatisiren; dies tritt erst dann ein, wenn der Mensch das Mittel ändert, in welchem er wohnt. Wie gefährlich solche Veränderungen sind, wenn sie plötzlich erfolgen, beweisen die Zufälle, welche man bei Luftfahrten erleidet. Als Boussingault und der englische Oberst Hall am 16. December 1831 bei ihrer Besteigung des Chimborazo bis zu 6009 Meter (18496 par. Fuss) Höhe gekommen waren, hatten sie unterwegs nur eine ausserordentliche Müdigkeit und eine leichte Beklemmung beim Athemholen verspürt; allein diese Leiden dauerten nur so lange, als sie sich bewegten, denn so wie sie sich gesetzt hatten, war Alles vorüber und sie befanden sich im normalen Zustande. Boussingault schrieb seine Unempfindlichkeit gegen die Wirkungen der verdünnten Luft seinem langen Aufenthalte in den hochgelegenen Städten der Andes zu.

Darf man nun aus den vorstehenden Erfahrungen den Schluss ziehen, dass der Mensch seinen Aufenthalt in der Ebene ohne Nach-

theil aufgeben könne, um auf hohen Bergen seinen Wohnsitz zu nehmen? Jedenfalls darf solch ein Uebergang, solch ein Wechsel nicht plötzlich geschehen, und im Allgemeinen gewöhnt man sich nicht ohne schlimme Folgen an eine der bisherigen entgegengesetzte Lebensweise. So ist mir erzählt worden, dass die Mönche auf dem St. Bernhard oft wechseln und einander ablösen, weil man die Beobachtung gemacht hatte, dass ein zu langer Aufenthalt daselbst ihr Leben verkürzte und dass sie da oben nicht über 10 Jahre am Leben blieben.

Uebrigens spricht die Mehrzahl von denen, welche in grosse Höhen gekommen sind, von besonderen Wirkungen auf den menschlichen Körper, welche damit verbunden gewesen sind. Dacosta, welcher zuerst davon spricht, giebt diesen Erscheinungen den Namen Bergkrankheit (*mal des montagnes*). Gewisse Constitutionen zeigen jedoch hiergegen eine merkwürdige Unempfindlichkeit; einige Reisende haben den Gipfel des Montblanc bestiegen, ohne dass sie durch die Luftverdünnung in dieser Höhe beim Athemholen merkliche Beschwerden empfunden hätten. Bravais spürte nur wenig und der Graf von Tilly gar nichts. Agassiz, Desor, Meyer, und de Luc sagen ebenso, dass sie nichts Besonderes gemerkt hätten, und ebenso war dies mit ihren zehn Begleitern der Fall, als sie die Jungfrau, welche über 13300 Fuss über dem Meeresspiegel hoch ist, bestiegen; auch behaupten sie, dass die in Folge der Luftverdünnung auftretenden Symptome für gewöhnlich weder die Intensität, noch die Allgemeingültigkeit haben, wie de Saussure es angiebt; nach diesem sollen sie von der Aufregung, in welcher man sich befindet, wenn man über Stellen mit gähen Rändern wegklettert, herrühren. Auf diese Behauptungen kann man entgegnen, dass es mit der Bergkrankheit wie mit der Seekrankheit ist; denn auch dieser widerstehen nur sehr wenige Personen. Wenn man so charakteristische Erscheinungen unter denselben Umständen allenthalben auf der Erde eintreten sieht, so darf man sie wohl nur einer von dem Willen und der Einbildungskraft unabhängigen physischen Ursache zuschreiben.

De Saussure, der den Gipfel des Montblanc in Begleitung des Dr. Paccard zuerst von Chamouni aus erreicht hat, hat die Erscheinungen, welche er auf dieser kühnen Reise beobachtete, mit allen Einzelheiten beschrieben.*) Nach diesem berühmten Naturforscher stellt sich gewöhnlich die Bergkrankheit plötzlich und nicht nach und nach ein, aber nach den Persönlichkeiten und selbst nach der Breite in verschiedenen Höhen. Auf dem Montblanc konnten in einer Höhe von etwa 12400 Fuss seine Führer kaum 5 bis 6 Schaufeln

*) *Bibliothèque de Genève*, juin 1823.

voll Schnee aufwerfen; der Eine von ihnen wurde unwohl und verbrachte die Nacht unter den peinlichsten Beklemmungen; in der Nähe des Gipfels konnte de Saussure nicht 15 bis 16 Schritte machen ohne Athem zu schöpfen; er empfand sogar einen Anfang von Ohnmacht, so dass er sich niedersetzen musste. Als er oben angekommen war und seine Instrumente aufstellte, war er jeden Augenblick gezwungen seine Arbeit und seine Beobachtungen zu unterbrechen, um nur erst wieder zu Athem zu kommen. Nach vierstündiger Ruhe zählte de Saussure die Pulsschläge seiner Führer und fand bei einem 98, bei dem anderen 112 Schläge, während sein eigener Puls 110 mal in der Minute schlug. Bei der Ankunft in Chamouni zeigten nach einer ebensolangen Ruhe die drei Pulse nicht mehr als 49, 60 und 72 Schläge.

Die Art der Mattigkeit, welche die Luftverdünnung veranlasst, scheint durchaus unüberwindbar zu sein; sie ist der Art, dass man, um nicht die schlimmsten Folgen herbeizuziehen, buchstäblich nicht mehr als vier und vielleicht nur einen einzigen Schritt machen darf. Gleichwohl stellen sich die Kräfte so schnell und scheinbar so vollständig wieder ein, wie erschöpft sie auch gewesen sein mögen, dass man nach drei oder vier Minuten Ruhe im Stande zu sein glaubt, in einem Athemzuge bis zum Gipfel des Berges steigen zu können.

Die Mehrzahl der Reisenden, welche nach de Saussure's Vorgange den Montblanc bestiegen haben, empfand wie dieser eine ausserordentliche Mattigkeit, Beklemmung und eine aussergewöhnliche Beschleunigung des Blutlaufes. Alle wurden von brennendem Durste gequält, hatten Verlangen nach frischem Wasser, aber Ekel vor Speise und geistigen Getränken.

Fräulein d'Angeville, welche die Einzelheiten ihrer Besteigung selbst beschrieben hat, wurde nahe am äussersten Gipfel von einer Art von Agonie befallen, indem sie sich kaum des Schlafes erwehren konnte. Atkins bekam Nasenbluten, welches drei volle Tage anhielt.

Im *Compte rendu* der Academie der Wissenschaften zu Paris vom 27. April 1845 findet man die Schilderung der Zufälle, welche sich bei Bravais, Martins und Lepileur einstellten, als sie 1844 den Montblanc bestiegen. Wie wir schon erwähnt haben, war der erste dieser Gelehrten gegen die Bergkrankheit fast ganz unempfindlich; nicht so war es aber mit Martins und Lepileur, welche, abgesehen von Mattigkeit, Herzschlagen, Schwindel und gewaltiger Schläfrigkeit, von Uebelkeiten und Erbrechen geplagt wurden, kurz mit Zufällen, die mit der Seekrankheit die grösste Analogie hatten.

Dieselben Zufälle, dieselben Beschwerden finden wir ebenso in der Schilderung von Bergbesteigungen in Asien und Amerika. Als Parrot 1811 den Kasbeck (im Kaukasus) erkletterte, wurde er in

einer Höhe von etwa 12000 Fuss von Uebelkeiten ergriffen. Moorcroft fühlte im Himalaya nicht eher Athmungsbeschwerden, als bei 16 bis 17000 Fuss Höhe; darüber hinaus nahmen dieselben zu und es stellte sich Schläfrigkeit ein. Der Lieutenant Gérard und seine Begleiter fühlten an drei Stellen des Himalaya in 15000, 17500 und 18000 Fuss Höhe eine ausserordentliche Mattigkeit und grosse Kopfschmerzen. Capitain Webb und Capitain Fraser erzählen, dass ihnen ausserdem gewesen sei, als ob sie vom Schlagflusse getroffen würden.

Bouguer und La Condamine wurden auf der Expedition nach dem Pichincha und Pambamarca von Athmungsbeschwerden, Ohnmachten, Uebelkeiten und Erbrechen befallen; Bouguer bekam mehrmals Blutspeien. Als Bonpland und von Humboldt bei der Besteigung des Chimborazo bis zu einer Höhe von 17157 par. Fuss gekommen waren, stellten sich Athmungsbeschwerden und von Schwindel begleitete Uebelkeiten ein. Ihre Augen waren mit Blut unterlaufen, ihr Zahnfleisch und ihre Lippen bluteten. Als v. Humboldt bei einer Expedition auf dem Vulkan Pichincha in einer Höhe von 13793 par. Fuss sich von seinen Begleitern getrennt hatte, wurde er von Schwindel und so heftigen Magenschmerzen befallen, dass man ihn ohne Bewusstsein auf der Erde liegend fand.

Die Erscheinungen, welche sich bei Luftfahrten einstellen, haben mit der Bergkrankheit die grösste Aehnlichkeit. Gay-Lussac empfand in einer Höhe von 21000 Fuss grosse Kälte, Athmungsbeschwerden, lebhaften Pulsschlag. Madame Blanchard fand in 23000 Fuss Höhe eine Kälte von — 25 Grad und bekam starkes Nasenbluten. Die Beschwerden sind allerdings bei Bergbesteigungen weit beträchtlicher und zahlreicher; allein man muss dabei berücksichtigen, dass das Gehen sie mit veranlasst oder wenigstens befördert, während die Ruhe sie wie durch Zauber beseitigt.

Man sieht aus den eben angeführten Beispielen, dass die physiologischen Störungen, welche durch Luftverdünnung herbeigeführt werden in Europa schon in Höhen eintreten, welche niedriger sind als die Gipfel des Himalaya und der Cordilleren. So erreichten Boussingault und der Oberst Hall, ohne irgend eine Unbequemlichkeit zu spüren, die Höhe von 18000 Fuss und sie hörten erst auf weiter zu steigen, als das Barometer auf 0,35 stand. Boussingault hatte übrigens die Unbequemlichkeiten stets stärker empfunden, wenn er über schneebedeckte Abhänge kletterte, als wenn er auf nackten Felsen emporstieg, weshalb er geneigt war die Bergkrankheit wenigstens theilweise einer noch unbekannten Einwirkung des Schnees und vielleicht der sich aus demselben entwickelnden schlechten Luft zuzuschreiben. Hieraus würde begreiflich, warum die physiologischen Phänomene erst sich einstellen, wenn die Grenze

des ewigen Schnees überschritten ist. Diese Grenze ist bekanntlich je nach der Breite verschieden. Die Analysen jedoch, welche Boussingault ausführte, bestätigten diese Annahme nicht, denn sie bewiesen sogar, dass die in den Zwischenräumen des Schnees und im Schneewasser eingeschlossene Luft nahe denselben Sauerstoffgehalt hat, wie die Atmosphäre.

Die Bergkrankheit darf man also keineswegs einer unzureichenden Menge des Sauerstoffs in der eingeathmeten Luft zuschreiben, sie entsteht vielmehr einfach aus dem verminderten atmosphärischen Drucke, und das Blutspeien, der Schwindel, die Uebelkeiten, das Unterlaufen der Augen und anderer Schleimhäute mit Blut, die Ohnmachten, die Neigung zum Schlagflusse erklären sich auch hieraus sehr leicht. Wie wir vorher schon angeführt haben, erzeugt eine sehr verdünnte Luft, da sie die Reaction der Bronchien nicht überwinden kann, unvermeidlich Beklemmung und Athmungsbeschwerden. Nimmt man nun noch hinzu, dass unter diesen Umständen zwischen den im Innern unserer Organe eingeschlossenen Luftarten und dem äusseren Luftdrucke das Gleichgewicht aufgehoben ist, so wird man die Störungen der Functionen begreifen, welche in hohen Luftregionen eintreten. Um alle Anomalien zu erklären, muss man jedoch nichts destoweniger den Idiosynkrasien und den nervösen Verhältnissen Rechnung tragen, wie dies auch bei der Seekrankheit nöthig ist.

Rey hat folgenden seltsamen Fall erzählt: Unter sechs Engländern, welche vor Capitain Sherwill den Gipfel des Montblanc erstiegen hatten, wurden drei wahnsinnig; der eine, Doctor Clarke, konnte nicht länger als drei Minuten auf der Spitze des Berges aushalten, und wurde durch ein ausserordentliches Unwohlsein gezwungen, mit drei Führern in aller Eile zu den Grands Mulets herabzusteigen. Rey wirft freilich die Frage auf, ob diese Reisenden nicht etwa schon vor dem Besteigen des Berges Anlage zum Blödsinn gehabt haben möchten; denn schon die Idee einer solchen Expedition, die mindestens unnütz ist, wenn man sie nicht in der Absicht unternimmt, den von de Saussure angestellten Untersuchungen noch etwas Neues hinzuzufügen, dürfte ein Beweis einer Geistesstörung sein. [14])

Die Bergkrankheit muss, wie wir gesagt haben, einer physischen Ursache und nicht der Einbildung oder der Furcht vor Gefahr zugeschrieben werden. Die Thiere empfinden dieselbe ebensogut, wie der Mensch. Capitain Webb erzählt, dass auf dem Himalaya die Pferde und die Yaks (tibetanische Ochsen) von Beklemmung, Angst und einer ausserordentlichen Mattigkeit befallen worden seien. Ein Hund, welchen einer von Atkins Führern auf den Montblanc mitgenommen hatte, stand oft still, als ob er zusammenfallen wolle, fiel auch endlich auf die Seite und schlief

sogleich ein; er blickte später mit entschiedener Unruhe öfter um sich und auf der Höhe des grossen Plateau übergab er sich.

Bei einer Luftfahrt am 7. Juli 1850 zu Paris stieg ein unerschrockener Aeronaut auf einem kleinen sehr lebhaften Pferde auf und erzählte, dass das Pferd, als er in eine grosse Höhe gekommen sei, in welcher eine unerträgliche Kälte herrschte, stark aus dem Munde geblutet habe, doch habe dasselbe im Uebrigen nur geringe Belästigungen gespürt; denn als drei Viertel Stunden nachher der Ballon an der Oberfläche der Erde hinstreifte, habe das Thier mit Behagen und gierig das Laub der Eichen und die Spitzen des Getreides abgebissen.

Diesen Erscheinungen zur Seite stellen wir noch eine Anzahl von solchen, welche nicht minderes Interesse bieten, ungeachtet sie nicht so wichtig sind wie die vorhergehenden. Bekanntlich ist die Luft in grossen Höhen äusserst trocken; auf dem Gipfel des Montblanc enthält sie sechsmal weniger Wasserdunst, als zu Genf. De Saussure konnte sich gegen die peinliche Wirkung dieser Trockenheit nur dadurch schützen, dass er das Gesicht mit einem Flore bedeckte. Bei Atkins häutete sich das ganze Gesicht; dasselbe geschah mit Pidwell, welches lange Zeit unkenntlich blieb und ausserdem schwache Augen bekam; Hedzeugen, ihr Begleiter, trug eine heftige Augenentzündung davon und sein Gesicht schälte sich drei Mal ab.

Clissold sagt, dass er in einer Höhe von 10278 Fuss bei — 9 Grad Réaumur fürchterlich ausgestanden habe. De Saussure fand seinerseits auf dem Gipfel des Montblanc die Wirkung der Sonnenstrahlen unerträglich, obgleich die Temperatur nur 2 Grad Réaumur betrug. Er erklärt diese Empfindung durch den schwächeren Luftdruck auf das Gefässsystem, während die Wärme die in den Gefässen eingeschlossenen Flüssigkeiten auszudehnen sucht.

Auf hohen Bergen zeigt das Licht, abgesehen von gewissen Phänomenen, welche von der Strahlenbrechung herrühren, einige bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Die Farbe des Himmelszeltes erscheint tiefblau; die Luftverdünnung steigert die Durchsichtigkeit und die Aussicht ist unglaublich weit. In der über 9000 Fuss über dem Ocean liegenden Provinz Quito kann man mit unbewaffnetem Auge den weissen Mantel eines zu Pferde sitzenden Reisenden in einer Entfernung von 3 bis 4 Meilen in horizontaler Richtung deutlich erkennen.[15]) Auf einer Luftfahrt zu Amiens am 20. Juni 1850 wurde der Aeronaut, als er etwa 7000 Fuss hoch gekommen war, von Bewunderung über das prachtvolle Panorama, welches sich seinen Augen darbot, hingerissen. Ungeachtet der Höhe unterschied er deutlich die Gegenstände auf der Erdoberfläche. Die Häuser, die Bäume, die Strassen, alles zeichnete sich mit ungemeiner

Sauberkeit und wie ein Miniaturbild ab. Zwei seiner Freunde folgten der Richtung des Ballons zu Pferde im Galopp; er behauptet, sie ganz deutlich erkannt zu haben.

In verdichteter Luft ist der Schall stärker und pflanzt sich auf grosse Entfernungen fort. Capitain Parry versichert, dass bei seinem Aufenthalte in den Polargegenden zwei eine Viertel Meile von einander entfernt stehende Personen sich bei ruhiger Luft, als das Thermometer — 30° zeigte, bequem unterhalten konnten. Das Entgegengesetzte findet in der dünnen Luft auf Bergen statt; denn die Explosion eines Feuergewehrs veranlasst nur ein unbedeutendes Geräusch. Rey erzählt in einer interessanten, in der *Revue médicale* (1843) erschienenen Abhandlung folgenden Fall, welcher beweist, wie schwach in den hohen Regionen der Atmosphäre die Schallschwingungen sind. Fellowes, der erste Reisende, welcher nach Sherwill den Montblanc bestieg, wollte, nachdem er alle Gefahren seines Unternehmens glücklich überwunden hatte und endlich auf dem Gipfel angelangt war, seinen Sieg durch einen Siegessang feiern. Er stellte seine Führer im Kreise um sich auf und forderte sie auf, das englische Nationallied, das bekannte *God save the king*, anzustimmen; allein die guten Leute wussten davon weder Text noch Melodie, so dass er mit einem ihnen bekannten Liede zufrieden sein musste, als welches *Ranz des vaches* am passendsten erschien. Als man beginnen wollte, stellte sich eine neue Schwierigkeit ein, an die man vorher gar nicht gedacht hatte: ein jeder Sänger nämlich hörte, da er selbst kaum seinen eigenen Ton vernahm, weder seinen Nachbar, geschweige — selbst bei der grössten Anstrengung — die entfernteren Sänger; alle glaubten zu singen, aber der Ton erstarb in der Luft, so wie er ausgestossen war, und weil das Ohr nicht das Geringste von den Stimmen der anderen Sänger vernahm, so war es durchaus unmöglich, Takt zu halten oder gar eine Stelle mit gehörigem Ausdrucke und *staccato* zu Stande zu bringen. Es war eine wahre Katzenmusik. Gewiss war die Scene höchst lächerlich: Die Leute standen im Kreise, sahen einander an, sperrten den Mund weit auf, brachten aber keinen Laut heraus, sangen und stimmten nicht, schrieen, ohne sich zu hören und waren eigentlich nur da, um sich gegenseitig Gesichter zu schneiden.

Die Therapeuten haben es mehrmals versucht, die natürlichen oder künstlichen Veränderungen des atmosphärischen Druckes zu Gunsten der Kranken zu verwenden. Zu den Ursachen, welche Blutungen (Hämorrhagien) herbeiführen, rechnet man im Allgemeinen das Wohnen an hoch gelegenen Orten, das Besteigen hoher Berge und plötzliche Verringerung der Schwere der Luft. Saucerotte (*Mélanges de chirurgie*) sagt, dass er bei Frauen, welche

an den höchsten Punkten der Vogesen wohnten, eine grosse Anzahl von Mutterflüssen und unzeitigen Geburten beobachtet habe, und dass es ihm oft dadurch gelungen sei, diesen Uebeln vorzubeugen, dass er die Frauen in die Thäler habe bringen lassen. Der Gebrauch des Schröpfkopfes findet sich schon im hohen Alterthume. Junod hat jetzt die Verwendung grosser Schröpfköpfe, welche man zu den energischesten Ableitungsmitteln rechnen muss, in die medicinische Praxis und namentlich bei der Behandlung der Kranken in Hospitälern eingeführt. Eine der interessantesten Wirkungen ist die Leichtigkeit, mit welcher durch sie Ohnmachten herbeigeführt werden, die der Operateur übrigens sofort wieder aufhören lassen kann.

Tabarié legte 1838 der Academie der Wissenschaften zu Paris eine Abhandlung vor über die vornehmsten hygienischen und therapeutischen Resultate, welche er durch eine gleichzeitige Verwendung der gewöhnlichen Mittel, die man zur Abänderung des Druckes, den die Atmosphäre auf den menschlichen Körper ausübt, zu benutzen pflegt, erzielt hatte. Sein Verfahren bezog sich namentlich auf Folgendes: 1) Allgemeine Luftverdichtung auf dem ganzen Körper; 2) örtliche Luftverdichtung auf einzelnen Gliedern; 3) örtliche Luftverdünnung auf einzelnen Gliedern; 4) örtliche abwechselnde Verdichtung und Verdünnung; 5) Verdünnung auf dem ganzen Körper mit Ausschluss des Kopfes und 6) abwechselnde Verdichtungen und Verdünnungen auf dem ganzen Körper mit Ausschluss des Mundes. Tabarié glaubt mit Entschiedenheit behaupten zu können, dass die Luftverdichtung so, wie er sie anwendet, stärkend und schmerzstillend wirkt, und zwar so sicher, dass man sie stets mit Vortheil gegen entzündliche und fieberhafte Zufälle gebrauchen kann. Nach seiner Behauptung vertreibt sie auf sehr kräftige Weise jede ungewohnte Wärme in den Brustorganen, vermindert die Beschleunigung der Circulationsbewegungen, bringt ihren Rhythmus in Ordnung, stillt Gehirnentzündungen, und bewährt sich ausserordentlich gegen Wahnsinn und Schwindel (*l'ivresse*), anstatt diese, wie man gewöhnlich glaubt, noch zu verstärken. Zur Begründung dieser Behauptungen führt er 49 vollständige Heilungen oder wenigstens Fälle merklicher Besserung bei Leiden an den Respirationsorganen an, so dass dies Resultat ihn berechtigt, die Luftverdichtung als ein Mittel zu betrachten, welches gegen diese gefährlichen Uebel specifisch ist. Beim Herzschlagen bewirkt er dadurch sofort eine dauernde Verminderung der Schläge um 10, 15 bis 20 in der Minute, und ebenso günstig ist das Resultat in anderen sehr verschiedenen Fällen, z. B. bei Sprachlosigkeit (Aphonie), Hysterie, Kopfschmerz, Wechselfiebern. Ein Mitglied des Instituts von Frankreich, Francoeur, unterwarf sich dieser Behandlung und bestätigte eine der in Tabarié's Abhand-

lung enthaltenen Behauptungen; als er nämlich seit sechs Wochen an Sprachlosigkeit litt, liess er sich von demselben behandeln und schon nach der zweiten Sitzung sprach er und nach der elften konnte er singen. Der Druck, welchen er auszuhalten hatte, entsprach einer Quecksilbersäule von 38 Zollen.

Der Doctor Pravaz hat der Behandlung der Krankheiten mittelst Luftverdichtung eine noch grössere Ausdehnung gegeben. Die Mehrzahl der chronischen Leiden und Verstimmungen scheinen ihm veranlasst durch einen mangelhaften Ernährungsprocess, durch eine Störung des Gleichgewichts zwischen Assimilation und Elimination, und so war er der Ansicht, dass das Bad in verdichteter Luft ein kräftig wirkendes Mittel sein werde, theils wegen seines allgemeinen Einflusses auf die Nervenkräfte, theils wegen der dadurch vervollkommneten Blutbildung, theils wegen der Anregung, welche die nährenden und ausscheidenden Funktionen dadurch empfangen würden. Eine grosse Zahl von Fällen bestätigte später diese rationelle Theorie. Pravaz erzählt mehrere Fälle von Skropheln, von Lungenschwindsucht und Halsschwindsucht, in denen das pneumatische Bad vollständige Heilung bewirkte; weniger erfolgreich war die Behandlung bei dem Pottschen Uebel, Gelenkschmerzen, der englischen Krankheit, der Bleichsucht, der Engbrüstigkeit und der Kolik.

Hamel's und Colladon's Beobachtungen über die Erscheinungen, welche man unter der Taucherglocke wahrnimmt, brachten zuerst auf die Idee, dass zusammengedrückte Luft gegen Taubheit angewendet werden könne, wenn dieselbe von der Verstopfung der Eustachischen Röhre herrühre. Bei einer Tiefe von 4 bis 5 Fuss unter der Wasserfläche begann bei Doctor Hamel Ohrenschmerz sich einzustellen, welcher immer mehr zunahm, je tiefer die Glocke herabgelassen wurde. Nachdem der Schmerz kaum noch zu ertragen war, drang die Luft durch die Eustachische Röhre, es entstand ein Knall wie ein Pistolenschuss, und alle Schmerzen hörten sofort auf. Triger theilt in einer Abhandlung, welche er 1841 der Academie der Wissenschaften zu Paris vorlegte, einen noch schlagenderen Fall mit, als den eben erzählten. Als derselbe in den Bergwerken von Châlonnes an der Loire Luft vom Drucke mehrerer Atmosphären beim Graben eines Schachtes anwandte, machte er die Beobachtung, dass ein Arbeiter, welcher bei der Belagerung von Anvers taub geworden war, in der zusammengedrückten Luft immer genauer hörte, als alle seine Cameraden. [16])

Diese Fälle waren zwar vollständig geeignet, die Aufmerksamkeit der Aerzte in Anspruch zu nehmen; gleichwohl verdankt man die ersten therapeutischen Resultate über die Behandlung der Taubheit mittelst zusammengedrückter Luft dem Doctor Pravaz, und dieser Gelehrte bewies durch viele glückliche Heilungen, dass das

pneumatische Bad sich nicht nur bei Harthörigkeit, die von einer Krankheit der Paukenhöhle und einer Verstopfung der Eustachischen Röhre herrührt, wirksam zeigt, sondern dass man dasselbe auch mit nicht geringerem Erfolge in den Fällen anwenden kann, welche in einer Verletzung des Gehörnerven oder in einer Ueberfüllung der im Labyrinthe enthaltenen Gefässe ihren Ursprung haben.

Der atmosphärische Druck ist, wie wir bereits angeführt haben, unumgänglich nöthig, wenn die vitalen Functionen ihre Schuldigkeit thun sollen; ebenso glauben wir den Beweis geführt zu haben, dass die Therapie in der zusammengedrückten Luft ein kostbares Mittel zur Heilung verschiedener Krankheiten besitzt. Wir wenden uns nun zu folgender Frage: Uebt eine Veränderung des atmosphärischen Druckes oder — mit anderen Worten — üben die täglichen Schwankungen und die zufälligen Veränderungen des Barometers Einfluss auf den menschlichen Körper aus? Unter welchen Umständen und in welcher Weise äussert sich diese Wirkung? Richerand spricht sich dagegen aus:*) „Die Veränderungen in der Schwere der Luft, welche das Barometer anzeigt, sind, — so sagt derselbe —, für den Physiologen und selbst für den Arzt von sehr wenig Bedeutung.“ Pelletan hat eine ganz entgegengesetzte Ansicht von der Richerand's, denn er sagt: „Die geringsten Veränderungen, welche im atmosphärischen Drucke vorkommen, haben eine sehr bemerkbare Wirkung auf alle Functionen. Steigt das Barometer, so äussern sich dieselben viel energischer; Menschen und Thiere sind vorzugsweise munter und in allen ihren Bewegungen gewissermassen geschickter. Wenn der äussere Druck gesteigert wird, so ist begreiflicherweise in Folge dieses Zuwachses an Druck die Spannung der häutigen Theile angeregt; die Flüssigkeiten bewegen sich leichter und schneller, wodurch eine genauere und vollständigere Verrichtung aller Functionen, auf welche die Circulation der Flüssigkeiten Einfluss ausübt, bedingt wird. Fällt hingegen das Barometer merklich, so empfinden wir einen gewissen Zwang und eine Mattigkeit, eine Neigung zur Thatlosigkeit; eine Wirkung, die ebenso begreiflich ist, wenn man nur bedenkt, dass die in unserem Körper befindlichen Flüssigkeiten einige Gase enthalten und ausserdem das Bestreben haben, durch die dem Körper eigenthümliche Temperatur sich zu verflüchtigen; je mehr nun der äussere Druck abnimmt, desto mehr dehnen sich diese Flüssigkeiten aus und drücken von innen auf die Gefässe, wodurch natürlich alle Arten von Circulation beeinträchtigt oder schwächer werden; es stellen sich dann die Zeichen der Vollblütigkeit ein. Die Schwächung der Functionen, welche aus dieser Störung folgt, macht uns jede Art von Bewegung

*) *Nouveaux éléments de physiologie*, t. II. p. 4. 10e édition.

peinlich, und indem wir dann das in unseren Organen erzeugte Gefühl auf die uns umgebende Luft übertragen, sagen wir gewöhnlich umgekehrt, die Luft sei dick, während sie genau genommen zu dünn ist. Wenn die Verdünnung des atmosphärischen Druckes zufällig sehr beträchtlich wird, wie es auf hohen Bergen oder bei Luftfahrten der Fall ist, so wird die daraus hervorgehende Störung noch merklicher und offenbart sich durch noch andere Symptome. Das Blut, welches das Herz nach wie vor in unsere Arterien treibt, findet an den Enden der Gefässe in den Schleimhäuten keinen hinreichenden Widerstand mehr, es bricht durch und es entstehen Blutungen. Der Athmungsprocess selbst wird beschwerlich und peinlich, weil nun die in Folge der Verdünnung verringerte Menge durch ein grösseres Luftquantum in den Lungen ersetzt werden muss, damit die zur Erhaltung des Lebens erforderliche Menge von Sauerstoff vorhanden ist. Dem Menschen sind sogar in Betreff des ohne Belästigung zu ertragenden Luftdrucks ziemlich enge Grenzen gesteckt, und dieser einzige Grund würde ausreichen, um ihn zu verhindern, sich in sehr grosse Höhen der Atmosphäre zu erheben, wie man ja auch Thiere derselben Klasse schnell sterben und in einen Zustand ausserordentlicher Aufblähung verfallen sieht, wenn man sie unter den Recipienten einer Luftpumpe bringt und die Luft verdünnt.“*)

Die meisten Naturforscher bekennen sich bei diesen beiden einander entgegenstehenden Ansichten zu der Richerand's und beachten die täglichen oder zufälligen Veränderungen in dem atmosphärischen Drucke, welche das Barometer anzeigt, gar nicht. Wir haben schon angeführt, dass der Gesammtdruck, welchen ein Mensch mittlerer Grösse auszuhalten hat, etwa 300 Centner beträgt; der Unterschied im Drucke bei den äussersten Veränderungen in der Atmosphäre ergiebt sich zu kaum 2000 bis 2400 Pfund, und beträgt also etwa ein Zwölftel des Gesammtdrucks. Man nimmt nun an, dass eine so geringe Veränderung ohne allen Einfluss auf den menschlichen Körper sei, da er es ohne alle Beschwerde aushält, hochgelegene Orte zu bewohnen und Reisen in die Gebirge zu machen, wo der Unterschied im Drucke noch viel beträchtlicher ist. Wir sind indessen überzeugt, dass eine genauere Beobachtung zu anderen Ansichten führen würde. Unter den verschiedenen Einflüssen, denen wir ausgesetzt sind, ist der atmosphärische Druck nur ein einzelnes Element des Problems und seine Wirkung verfliesst mit der aller anderen in Eins. Die Temperatur, die Elektricität der Luft, der Grad ihrer Trockenheit oder Feuchtigkeit, Alles muss erwogen werden, Alles vereint sich zur Erhaltung der Wesen und zum Unter-

*) *Traité de physique*, t. I. p. 484.

halte des Lebens, und den wahren Werth der speciellen Wirkung des Luftdruckes hiervon auszuscheiden und für sich zu bestimmen, ist äusserst schwierig.

Soll man mit Pelletan annehmen, dass alle Functionen einen energischeren Verlauf nehmen, wenn das Barometer steigt, und dass sie gestört und beeinträchtigt werden, wenn es merklich fällt? Wiewohl diese Ansicht im Allgemeinen begründet ist, so scheint sie uns doch zu bestimmt ausgesprochen und hat den Fehler, dass sie nur eine Seite der Frage ins Auge fasst. Jäger misst der Luftverdichtung in tiefen Bergwerken die traurigsten Wirkungen bei, indem er sagt: *Aer summo gradu condensatus subitam mortem causare potest, quippe apoplexiam sanguineam cum hemorrhagia producit, eo quod refluxum sanguinis in partibus superioribus et corde impedit.* Die Erfahrung hat diese willkürlichen Behauptungen durchaus nicht bestätigt. Die Beobachtungen von Sturm und Halley ergeben sogar, dass keiner der Arbeiter, welche in einer Taucherglocke auf den Meeresgrund hinabstiegen, einen Anfall weder von Apoplexie noch von Hämorrhagien erlitten hat. Doctor Hamel verspürte zwar einen lebhaften Schmerz in den Ohren, und einige Arbeiter bekamen Kopfschmerzen oder Leibschmerzen und fühlten sich nach beendigter Arbeit sehr erschöpft; aber abgesehen von diesen leichten Zufällen, die überdies nicht lange währten, gingen alle Functionen unter der Taucherglocke ebensogut von statten, wie im Grunde der Bergwerksschachte. Doctor Hamel erwartete, dass er einige Athmungsbeschwerden, in Folge des um fast einen ganzen Atmosphärendruck vermehrten Luftdrucks, empfinden werde; aber er fühlte durchaus nichts der Art. Einer der Arbeiter athmete, wie Colladon erzählt, gewöhnlich mit grossen Beschwerden, nachdem er aber kurze Zeit unter der Glocke gearbeitet hatte, fühlte er sich sogar ganz hergestellt und athmete frei. Alle Arbeiter in den Bergwerken von Chalonnes endlich arbeiteten unter einem Drucke von drei Atmosphären und waren, wenn sie die Leitern in der zusammengedrückten Luft bestiegen, weniger ausser Athem, als in freier Luft. Gesteigerter Luftdruck hat also, wie Pravaz es hervorhebt, zur Folge, die Athmungserscheinungen zu regeln und ohne Zweifel das Aufnahmevermögen der Lungen zu entwickeln.

Man sollte *a priori* glauben, dass der Druck der Luft, weil er die Verdunstung der Flüssigkeiten beschränkt, dem Kraftverluste entgegenwirken und das Bedürfniss, die Kräfte mittelst der Nahrung wieder zu stärken, weniger gebieterisch auftreten lassen müsse. Jäger führt für diese Ansicht die fürchterliche Katastrophe an, welche am 28. Februar 1812 in dem Bergwerke Beaujon in Belgien eintrat. Von durchbrechendem Wasser überrascht, waren 127 Bergleute in

einem engen Raume unter einem Drucke von drei Atmosphären abgesperrt und hielten da aus ohne Nahrung sieben Tage und sieben Nächte lang fortwährend an ihrer Befreiung arbeitend. Aus den Beobachtungen von Pravaz scheint sich jedoch zu ergeben, dass die verdichtete Luft dem organischen Bildungs- und Zersetzungsprocesse eine grosse Lebendigkeit ertheilt. Colladon sagt, unter der Taucherglocke bekomme man sehr starken Appetit, so dass die Arbeiter drei tüchtige Mahlzeiten täglich zu sich nehmen müssten, und eine gewisse Menge Branntwein gegen die Erschöpfung nöthig hätten.

In verdünnter Luft, wie die auf hohen Bergen ist, erleiden mehrere Functionen bedeutende Störungen; man fühlt nämlich eine Schwäche und eine mehr oder minder grosse Niedergeschlagenheit; der Appetit ist nach Pravaz verschwunden, und vor stickstoffhaltigen Substanzen, ebenso vor geistigen Flüssigkeiten bekommt man Ekel und sie wirken nachtheilig. Diese Behauptungen sind entschieden übertrieben. In der dünnen Gebirgsluft nimmt die Verdunstung zu, die beschleunigte Zersetzung hat eine schnelle Erschöpfung zur Folge. Der Verdauungsapparat nimmt an der Erschlaffung aller Functionen Theil; allein diese Wirkungen sind vorübergehend, der Appetit stellt sich bald wieder ein und der Ernährungsprocess gewinnt bald wieder seine ganze Lebendigkeit. Sind die Kräfte bei niederem Barometerstande erschöpft, so fühlt man fortwährend das Bedürfniss sie durch reichliche und kräftige Nahrung wieder zu stärken. Der geschickte Arzt kann so in gleicher Weise die Verdichtung oder Verdünnung der Luft anwenden, um gewisse krankhafte Dispositionen zu beseitigen und die organische Erneuerung zu unterstützen.

Während verdichtete Luft die Lebendigkeit der Organe steigert und niemals üble Zufälle veranlasst, bewirkt die Luftverdünnung auf den Bergen oft die bedeutendsten Störungen. Mead führt mehrere sehr auffallende Beispiele an von dem Einflusse, welchen lediglich die Verminderung des atmosphärischen Druckes ausübt. Nach diesem berühmten Arzte fiel das Barometer im Februar 1687, wie man es noch nie erlebt hatte: der Professor Cockburn starb plötzlich am Blutsturze; an demselben Tage, ja um dieselbe Stunde erlitt Pitkarn nebst mehreren anderen Personen Nasenbluten und sonstige gefährliche Blutungen, ohne dass irgend welche Anzeigen vorausgegangen waren, ausgenommen ein Gefühl der Mattigkeit und der Schwäche. Am 2. September 1658 erhob sich ein heftiger Sturm und Mead behauptet, dass dies eine der Ursachen von Olivier Cromwell's Tode gewesen sei.

Diese Fälle sind zwar nur vereinzelt, aber wenn die Aerzte mehr darauf achteten, würde sich die Anzahl bald vermehren. Man

würde finden, dass eine selbst nur geringe Veränderung in dem atmosphärischen Drucke bisweilen üble Folgen hat. In ganz Paris erregte ein Fall mit einer jungen und berühmten Sängerin Aufsehen, die ihre prächtige Stimme bald nach ihrem ersten Auftreten verlor. Ich habe sie nach ihrem Rücktritt vom Theater noch bisweilen bewunderungswürdig singen hören; aber sowie das Barometer unter 28 Zoll fiel, war sie sofort heisser und ihre Stimme war nicht zu gebrauchen.

Eine achtzigjährige Dame, welche ich seit 25 Jahren behandle, hat ihr Lebenlang an Nervenleiden gelitten, und es treten bei ihr theilweise wirklich, theilweise nur eingebildetermassen alle die hysterischen Zufälle ein, welche man Vapeurs zu nennen pflegt. Sie beschwert sich beständig darüber, dass ihr die Kräfte versagten; nur in den weltlichen Zerstreuungen, in munteren Gesellschaften und bei geistreichem Geplauder denkt sie nicht daran. Seit etwa 10 Jahren leidet sie an Ohnmachten, welche zu gewissen Zeiten ohne nachweisbaren Grund täglich mehrmals sich einstellen und bisweilen erst am folgenden Tage aufhören. Die Ohnmacht ist nicht vollständig; aber die Kranke wird bleich, der Puls wird unregelmässig und dünn, und sehr lebhafte Apprehensionen stellen sich ein. Anfangs dachte ich an ein Herzleiden, doch konnte ich nichts auffinden, was dies bestätigt hätte. Louis, der zu Rathe gezogen wurde, sah die Kranke, fand aber wie ich, kein organisches Leiden. Endlich entdeckte ich die Ursache dieser Ohnmachten, die ich noch jetzt oft genug bestätigt finde. Sie stellen sich nämlich dann ein, wenn das Barometer fällt, also wenn das Wetter sich eben ändert. Bleibt das Barometer, nachdem es mehrere Millimeter gefallen ist, endlich stehen, so dauern auch die Ohnmachten fort, ohne jedoch sehr stark zu sein. Steigt das Quecksilber im Barometer und hält es sich über dem gewöhnlichen mittleren Stande, so verschwinden dieselben. Es ist mir bisweilen geglückt, einen nahe bevorstehenden Umschlag des Wetters zu prophezeihen, wenn ich sah, dass die Ohnmachten bei dieser Kranken im Anzuge waren, und ebenso habe ich lediglich aus dem Barometerstande, ohne davon in Kenntniss gesetzt zu sein, was mit der Dame vorging, den Zustand derselben angeben können.

Die Luftverdünnung ist die Ursache der bisher erwähnten übeln Zufälle. In den von Perrier (*Gazette des hôpitaux*, 27. Mai 1843) mitgetheilten Fällen sehen wir zwei Engbrüstige, bei denen die Athmungsbeschwerden auf hohen Bergen kaum zu spüren waren, die aber jedesmal viel davon zu leiden hatten, so wie sie in eine niedriger gelegene Gegend kamen. Diesen interessanten Fällen können wir den folgenden, der uns nicht minder merkwürdig erscheint, hinzufügen. Der Marquis von *** ist die leibhaftige Hy-

pochondrie in höchster Potenz, und diese schreckliche Krankheit, von welcher er schon in seiner Jugend befallen wurde, hat alle seine Verstandes- und Willenskräfte nebst der Gesundheit zerstört, deren Verlust leider alle Schätze der Welt nicht ersetzen können. Bei hohem Barometerstande wird Herr von *** schwer geprüft; er empfindet dann in mehreren Organen eine schmerzhafte Spannung, namentlich aber im Kopfe und in der *regio epigastrica*, ferner hat er im Gehirne eine Empfindung, als ob daselbst etwas Hartes, ein Stein, sein müsse; seine Nerven kommen ihm vor wie gespannte Saiten, die man zwickt und zerrt. Er wird dann mürrisch, zornig und hat sogar Versuche gemacht, sich das Leben zu nehmen. Sobald das Barometer merklich zu fallen beginnt und auf Regen oder Sturm steht, ändern sich die Symptome der Hypochondrie: es stellt sich eine grosse Entmuthigung ein; der Kranke ist ohne Kraft, ohne Energie, ohne Willen und spricht sich in den gewähltesten Ausdrücken über seine körperliche und geistige Schwäche aus. Steht das Barometer in der Mitte zwischen den beiden äussersten Punkten, so hat der arme Hypochonder ein wenig Ruhe vor seinen gewöhnlichen Leiden. Dann schlagen auch die ärztlichen Mittel am besten an und machen den schrecklichen Zustand wenigstens einigermassen erträglich.

Der atmosphärische Druck scheint oft auf energische Weise bestimmend einzugreifen, macht sich bisweilen ohne unser Wissen geltend und der Arzt kann von demselben zweckmässigen Gebrauch machen. Bisweilen genügt es, die physischen Verhältnisse, unter denen sich ein Kranker befindet, zu ändern, um gewisse Störungen zu hemmen, das Gleichgewicht und die Gesundheit, die Harmonie in dem Organismus, wieder herzustellen. Alle Frühjahr geht eine grosse Zahl von Kranken in die Seebäder oder besucht die Gesundbrunnen. An der Meeresküste erreicht der Druck der Luft sein Maximum, während viele und gerade die heilsamsten Mineralquellen in hohen Gebirgen, in den Pyrenäen, in den Vogesen, auf dem Caucasus u. s. w. liegen. Wenn man die Wirkung der Veränderungen, welche die Dichte der Luft erleidet, auf den menschlichen Körper genau wüsste, so müsste man hierauf in der Therapie sorgfältig Bedacht nehmen. Wir möchten übrigens den Aerzten rathen, die Verhältnisse, unter denen ihre Kranken leben, wesentlich zu verändern; Seebäder, Baréges, Cauterets, Mont-Dore, Plombières, Leuck, Aix in Savoyen, deren Barometerstand von dem gewöhnlichen Mittel weit abweicht, thun sehr oft gute Dienste, und dies muss man nicht lediglich den Kräften und der oft nur vorübergehenden Wirkung des Wassers zuschreiben, sondern vielmehr der ganzen Lebensweise, die eine Veränderung erfahren hat, den ver-

änderten vitalen Agentien und der Erneuerung der Flüssigkeiten im Körper, welche unter solchen Umständen eintritt.

Es fragt sich nun noch, ob die aussergewöhnlichen Veränderungen im atmosphärischen Drucke, die grossen Barometerschwankungen auf den Gesundheitszustand und auf die Entstehung von Krankheiten Einfluss haben oder nicht. Epidemien und die Landplagen, welche die ganze organische Welt heimsuchen, sind Folgen bedeutender Störungen in der Luft. Die Geschichte der Wissenschaft ist reich an Fällen, welche für einen solchen Zusammenhang sprechen und die Physiologie bietet dazu auch den Schlüssel. Jedes Organ, jede Function wird stärker in Anspruch genommen, und das sind eben Störungen und Aufregungen. Gerade nach plötzlichen Veränderungen zeigen sich die schweren Krankheiten; sie sind um so schlimmer, je heftiger die Störungen gewesen sind, und greifen um so mehr um sich, je grösser die Ausdehnung gewesen ist, über welche die Ursachen sich erstreckt haben.

Es ist höchst interessant, den Gang des Barometers in Bezug auf den Zusammenhang mit den Empfindungen und geistigem Vermögen zu verfolgen; allein es ist dies ein zarter Gegenstand, der die allergrösste Sorgfalt beansprucht. Möge Jeder an sich selbst Beobachtungen anstellen, und er wird bald finden, dass die Grösse des Luftdruckes auf sein ganzes körperliches Befinden und auf seine geistige Beweglichkeit nicht ohne Einfluss ist. So zusammengesetzt auch der menschliche Organismus ist, es ist nicht unmöglich in das Labyrinth seiner Empfindungen einzudringen, und theilweise wenigstens das, was den äusseren Agentien zuzuschreiben ist, von dem zu unterscheiden, was von der Lebensweise und von den Leidenschaften abhängt.

Wenn der Mensch, frei von Vorurtheilen und vorgefassten Meinungen, alles das beachten könnte, was er in einer bestimmten Zeit empfindet, so würde er bald zu der Einsicht gelangen, dass es einen gewissen Barometerstand giebt, bei welchem seine Functionen gewissermassen mehr Feuer zeigen, bei welchem sein Geist williger, freier, reger ist, bei welchem jede Geistesanstrengung leichter und das Leben voller und frischer wird. Man darf nicht mit Pelletan glauben, dass dies gerade dann statt finde, wenn der Luftdruck sehr stark ist; ich habe dann gerade umgekehrt bisweilen Kopfschmerzen, Erstarrungen, ein gereiztes Wesen, Ekel vor körperlicher Arbeit und Widerwillen gegen geistige Anstrengung gefunden. Die hohen Barometerstände können bei langsamen Köpfen und lymphatischen Temperamenten sich zuträglich erweisen. Fällt das Barometer bedeutend, so machen sich oft die Beschwerden ebenso geltend; die Luft ist dick; mit anderen Worten: die im Innern nicht recht zusammengehaltenen Flüssigkeiten streben nach der

Peripherie hin und erzeugen das Gefühl von Aufblähung, Verstopfung, Verdickung, welches ähnlich wie der Alp in schlaflosen Nächten drückt. Fast Niemand befindet sich bei diesen niederen Barometerständen wohl, ausgenommen eine geringe Zahl trockener, reizbarer, nervöser Naturen und Constitutionen, die wahre Hygrometer oder wahre Violinsaiten sind, die stets gespannt, bei dem geringsten Streichen des Bogen springen möchten.

Wir glauben nach sorgfältigster, mehrjähriger Beobachtung behaupten zu können, dass in den gemässigten Zonen, namentlich in Paris, ein hoher mittlerer Barometerstand der Gesundheit der meisten Personen am günstigsten ist und ebenso erregend auf die Entwickelung ihrer physischen, wie moralischen Kräfte und Anlagen einwirkt. Es kommt hier jedoch weniger auf das wissenschaftliche Mittel an, welches in Paris 761,^{mm}41 beträgt; wir meinen hier vielmehr gewisse mittlere Stände, die von den Extremen gleichweit abstehen. Im Allgemeinen ist der Barometerstand, bei welchem die Thätigkeit der vitalen Functionen am vollkommensten zur Erscheinung kommt, der von 764,^{mm} 73 oder 28 Zoll 3 Linien Höhe. Es ist uns sehr oft begegnet, die Höhe des Barometerstandes angeben zu können blos aus dem entschiedenen Gefühle einer ungewohnten inneren Kraft, welche jede Geistesanstrengung leicht machte und die Zukunft im reizendsten Lichte erscheinen liess.

Steigt das Barometer über diesen günstigen Stand noch hinaus, so fühlt man gerade zu den Stunden, in welchen die tägliche Schwankung auf ihr Minimum herabgeht, sich wohler; ist hingegen der Barometerstand niedriger, so wird dies Gefühl dann bemerkbar, wenn die tägliche Schwankung ihrem Maximum sich zu bewegt. Ebenso ist es bei den zufälligen Barometerveränderungen.

Schwerlich sind jedoch diese Regeln auf Alle anwendbar; denn wie Trockenheit oder Feuchtigkeit, Kälte oder Wärme dem Einen zuträglich ist, dem Anderen nicht, ebenso ist je nach dem Gesundheitszustande, den Temperamenten und den Gewohnheiten der verschiedene atmosphärische Druck in seinen Wirkungen verschieden. Gewisse Constitutionen sind übrigens diesen eigenthümlichen Einflüssen nicht unterworfen, z. B. die meisten von den Personen, welche fühlen und daran denken, wie sie verdauen, welche weder durch physische Stürme, noch durch moralisches Missgeschick beunruhigt und von ihrem gewohnten Wege abgebracht werden, und deren nur auf das Materielle und, wie sie sagen, Reelle gerichtetes Leben weder die Ausschweifungen der Einbildungskraft, noch die vielfachen Abstufungen der Empfindung kennt. Die obigen Betrachtungen passen namentlich auf die — soll ich sagen unglücklichen oder bevorzugten — Naturen, deren höchstes Glück und grösstes Leiden in der Art und Weise besteht, wie sie empfinden; sie passen auf die

Gefühlsmenschen, für welche ein schwacher Dornen, der sie physisch oder moralisch verwundet hat, ein scharfer Speer ist, welche aus einer Schramme eine klaffende Wunde machen; sie passen endlich auf die Personen, welche geistiger Beschäftigung und einem beschaulichen Leben sich gewidmet haben, welchen die Vergangenheit Unruhe macht und die Zukunft Sorgen bereitet, die des Lebens mehr oder weniger überdrüssig sind, denen das *taedium vitae* im Herzen sitzt wie ein Wurm in dem Kelche einer Blume oder in einer durch den Sommer gereiften Frucht. Wir zweifeln nicht daran, dass der Dichter Tristam Shandy diese Personen gemeint hat, ohne daran zu denken, dass er in einer moralischen Reflexion ein physisches Gesetz aussprach: „Die Fluth unserer Leidenschaften steigt und fällt mehrmals während des Tages."

FÜNFTES CAPITEL.

Von den Winden, Wasserhosen und Stürmen.[17])

Die Atmosphäre ist selten ganz ruhig; namentlich werden durch Temperaturveränderungen Gleichgewichtsstörungen veranlasst und Winde erregt. Die Winde, welche nichts anderes sind, als in bestimmter Richtung strömende Luft, theilt man gewöhnlich in regelmässige und unregelmässige ein, von denen ins Besondere die ersteren, zu denen die Passatwinde, die Moussons und die Land- und Seewinde oder die Brisen gehören, besondere Beachtung verdienen, da sie für die Schifffahrt von wesentlicher Bedeutung sind.

Regelmässige Winde.

So lange die Schifffahrt noch nicht auf die beiden Seiten des Aequators sich erstreckte, Windbeobachtungen nur auf der nördlichen Erdhälfte und auch da nur auf der östlichen Halbkugel angestellt wurden, war es kaum zu erwarten, dass man, wegen der vielfachen Störungen der Gesetzmässigkeit, welche jetzt auch hier entdeckt worden ist, eben diese Gesetzmässigkeit klar auffasste, noch weit weniger, dass man ihre Nothwendigkeit aus den richtigen Principien hätte ableiten können. In den Naturwissenschaften ist der Gang von dem Speciellen zu dem Generellen; — so lange man aber noch nicht bis zur Linie vorgeschritten war, hatte man es eben bei den Winden nur mit solchen Erscheinungen zu thun, deren richtige Würdigung erst möglich wird, wenn man die hier stattfindende Gesetzmässigkeit ganz generell aufgefasst hat. Zu dieser Stufe emporzu-

steigen, war ohne die speciellen Fälle unter den Tropen, wenn nicht ganz unmöglich, doch sicher unendlich schwierig. Die wissenschaftliche Untersuchung der Windverhältnisse konnte also erst mit dem 15. Jahrhunderte, dem Jahrhunderte der Entdeckungen, von Erfolg sein.

Die ersten Seefahrer, welche sich weit hinaus auf den Ocean wagten, erschraken vor der Beständigkeit des Windes, welcher sie unaufhaltsam westwärts trieb und ihnen jede Rückkehr unmöglich zu machen schien. Was aber damals so Schrecken erregend war, sollte bald als erfreulicher Fingerzeig erkannt werden, wissenschaftlich da zu ordnen, wo Ordnung finden zu können, man fast verzweifelte. Die ausgedehnteren Seefahrten, welche sich bald über die ganze Erdkugel erstreckten, gaben Aufschluss über die Windverhältnisse zwischen den Wendekreisen. Man fand dort Gegenden der Erde, an denen der Wind das ganze Jahr hindurch aus derselben Richtung kommt. Diese constanten Winde nennen wir Passatwinde. Sie zeigen sich auf dem atlantischen Meere und dem stillen Oceane.

An anderen Orten weht der Wind mehrere Monate lang aus einer Himmelsgegend und wird dann für den übrigen Theil des Jahres entweder veränderlich, oder er weht ebenso constant aus einer anderen, oft der früheren entgegengesetzten Himmelsgegend. Diese Abtheilung der Winde nennt man Moussons, von dem malayschen Worte Mussin (*moossin*), welches Jahreszeit bedeutet. Dies erinnert unmittelbar an die etesischen Winde der Alten, welche auch nichts als Moussons sind, wie wohl damit nur die beständigen Winde des Mittelmeeres in den verschiedenen Jahreszeite bezeichnet wurden, da hingegen die wahren Moussons, welche ihnen nicht bekannt waren, sich in dem indischen Meere finden.

In Betreff dieser regelmässigen Winde ist nun Folgendes das Thatsächliche. Wir finden nördlich vom Aequator NO-Wind, südlich SO-Wind; diese Winde gehen immer mehr in Ostwind über, je näher man dem Aequator kommt, und da, wo sich beide begegnen würden, sind sie von einem ruhigen Gürtel getrennt, welcher bei den Seeleuten die Gegend der Windstillen, der Calmen oder der Veränderlichen heisst und wegen der fortwährend mit Windstillen abwechselnden, von Stürmen begleiteten Gewitter gefürchtet wird. Diese Passate, an welche sich in grösserer Entfernung vom Aequator auf der nördlichen Seite ein SW., auf der südlichen ein NW. anschliesst, ändern ihre Lage mit dem Gange der Sonne, rücken vor- und rückwärts und zwar so, dass einige Orte stets in dem NO- oder SO-Passate bleiben, an anderen die Gegend der Windstillen und die Zone der Passate in einander greifen. An letzteren Orten herrscht eine Zeit lang constanter Passat, — Zeit der Sonne —, dann wechselt dieser mit Windstillen ab — Zeit der Wolken. Durch

die Ortsänderung des Gürtels der Windstillen wird ferner der eine Passat an Orte geführt, wo vorher der andere wehte; und endlich giebt es Orte, welche während eines Theiles des Jahres unter dem einen Passat liegen, in der anderen Zeit aber ganz ausserhalb in dem die Passate einschliessenden Winde. Im letzteren Falle kann man die Winde alternirende nennen. Im atlantischen Oceane erstreckt sich der Passat im Mittel bis zu 28, im stillen Oceane bis zu 25° n. Br.; die südliche Grenze ist weniger genau bestimmt. Die Mitte der Gegend der Windstillen ist im Mittel in 6° n. Br.

In dem indischen Oceane, namentlich im Meerbusen von Bengalen, wehen die Moussons, und zwar vom April bis zum October der Südwestmousson, in den übrigen Monaten des Jahres der Nordostmousson, so dass diese beiden Winde gerade die entgegengesetzte Richtung haben. Die Uebergänge der Winde in einander werden durch Windstillen, unregelmässige Winde und fürchterliche Stürme ebildet.

Die regelmässigen Land- und Seewinde, die sogenannten Brisen, wehen an einigen Küsten, namentlich zwischen den Wendekreisen, zu verschiedenen Tageszeiten aus oft völlig entgegengesetzten Richtungen und kehren fast alltäglich auf dieselbe Art wieder. Wir treffen diesen Wechsel zwischen den Wendekreisen auf allen Inseln und Küsten, wofern nicht vorherrschende stärkere Winde denselben verdecken. Selbst in mittleren Breiten zeigt sich dieser Wechsel oft sehr regelmässig, z. B. auf Creta, und selbst in ganz Italien soll er sich geltend machen; sogar mitten im Lande beobachtet man ihn an grösseren Seen z. B. in der Schweiz, am Eriesee in Canada. Wofern kein stärkerer Wind in der Gegend der Küste vorherrschend ist, stehen beide Winde senkrecht auf dieser und haben ungefähr gleiche Stärke. Die Seewinde herrschen am Tage und sind zur Zeit der grössten täglichen Wärme am stärksten; die Landwinde herrschen des Nachts und treten gegen Sonnenaufgang am stärksten auf. Beide sind in ihrer täglichen Periode durch eine Windstille von einander getrennt.

Auch in den Thälern und am Abhange der Gebirge hat man periodische auf und absteigende Winde beobachtet. Fournet hat sich namentlich mit diesen Luftströmungen in den Alpenthälern beschäftigt und nachgewiesen,*) dass die Erwärmung der Berggipfel durch die Strahlen der aufgehenden Sonne einen aufsteigenden Luftstrom bedingt, welcher Dünste und Mückenschwärme bis zu den höchsten Bergspitzen emporführt, und dass die Erwärmung der tiefer

*) *Annuaire de chimie et de physique*, t. LXXXIV, 1840.

gelegenen Stellen durch die Einwirkung der Sonne während des Tages einen herabsinkenden Luftstrom des Nachts zur Folge hat.

Unregelmässige Winde.

Die unregelmässigen Winde haben keine besonderen Namen, sondern werden überhaupt nur nach den Himmelsgegenden genannt, aus welchen sie wehen. In den frühesten Zeiten unterschied man nur die vier Hauptgegenden Norden, Osten, Süden und Westen, welche durch die Zeit der Tag- und Nachtgleichen ihre nähere Bestimmung erhielten. Später, im homerischen Zeitalter, fügten die Griechen noch vier neue Windrichtungen hinzu, welche durch den Sonnen-Auf- und Untergang zur Zeit der Solstitien näher bestimmt wurden. Aristoteles unterscheidet in seiner Meteorologie zwölf Winde; die Römer brachten die Zahl auf vier und zwanzig, indem sie in die Mitte von je zweien der zwölf früheren noch je einen einschoben. Jetzt bezeichnet man bei den Windrosen, deren sich die Seeleute bedienen, die Winde nach den vier Haupthimmelsgegenden und hat ihre Zahl durch fortgesetztes Halbiren der von diesen eingeschlossenen Winkel auf 32 gebracht, so dass zwischen je zweien ein Winkel von $11^0\ 15'$ liegt.

Wiewohl die unregelmässigen Winde nicht so constant, wie die Passatwinde, die Moussons und die Brisen, sind, stellen sie sich doch gewöhnlich zu bestimmten Jahresabschnitten ein, namentlich um die Zeit der Tag- und Nachtgleichen. Ebenso giebt es bestimmte Striche und Länder, in denen bestimmte Winde vorherrschen, z. B. in Frankreich und einem grossen Theile des Festlandes von Europa überhaupt West-, Südwest- und Süd-Winde. Nach Bouvard ist die Vertheilung der Winde im jährlichen Durchschnitte zu Paris folgende:[18])

West	70	0,190
S. W.	67	0,181
S.	63	0,173
N.	45	0,127
N. O.	40	0,106
N. W.	34	0,094
S. O.	23	0,065
Ost.	23	0,064.

Nach Kämtz sind die Winde nach Tausendsteln in folgenden Ländern, in nachstehender Weise vertheilt:

	SW.	W.	NW.	N.	NO.	O.	SO.	S.
England	225	171	120	82	111	99	81	111
Frankreich u. Holland	192	155	110	126	140	84	76	117
Deutschland	185	198	131	84	98	119	87	97
Dänemark	198	161	156	65	98	100	129	92
Schweden	210	159	106	102	104	80	110	128
Oestliches Europa . .	143	166	192	99	191	81	130	98
Nördlicher Theil der Vereinigten Staaten	197	101	210	96	116	49	108	123

Das Vorherrschen der Südwestwinde fällt hier in fast allen aufgezählten Ländern sofort in die Augen. Zwar zeigt sich in dieser Zusammenstellung im Vergleich zu Bouvard's Angaben eine Verschiedenheit in Betreff Frankreichs; doch muss man hierbei nicht ausser Acht lassen, dass dieser nur auf Paris, jener auf ganz Frankreich Bezug nimmt, und dass in selbst nahe gelegenen Ländern die mittlere Windrichtung keine Uebereinstimmung zeigt. Fournet theilt Frankreich in Betreff der vorherrschenden Winde in drei Regionen: 1) die atlantische Region, zu welcher das mittlere Frankreich gehört, mit vorherrschenden Südwestwinden; 2) das Rhonethal mit vorherrschenden Nordwinden von Dijon bis zur Breite von Viviers; 3) die südliche Region: im westlichen Theile mit vorherrschenden Westwinden, im östlichen Theile mit vorherrschenden Nordwestwinden.

Die unregelmässigen Winde beherrschen die aussertropischen Gegenden. Erst in der neuesten Zeit ist auch bei ihnen ein bestimmtes Verhältniss durch Dove in Berlin nachgewiesen worden. Es stellt derselbe den Satz auf: „Die regelmässigen Erscheinungen der Winde in den Tropen, die Passate und die Moussons, und die verwickelten Verhältnisse der gemässigten und kalten Zone sind nothwendige und einfache Folgen derselben physikalischen Grundbestimmungen. Hiermit hängt das Dove'sche Drehungsgesetz zusammen, welches also lautet: Auf der nördlichen Halbkugel dreht sich der Wind im Mittel im Sinne S. W. N. O., auf der südlichen im entgegengesetzten S. O. N. W."

Zur Bestätigung dieses Gesetzes liefert Dove[19]) aus einem Zeitraume von ungefähr drittehalbhundert Jahren aus den verschiedensten Gegenden, namentlich von der nördlichen Halbkugel eine nicht unbedeutende Zusammenstellung von Beobachtungen und dadurch macht er es höchst wahrscheinlich, dass er wirklich das Gesetz gefunden habe, welches noch fehlte, um alle Windverhältnisse unter einem Gesichtspunkte zusammenzufassen.

Die Geschwindigkeit der Winde und die ihnen inwohnende Kraft sind sehr ungleich, von dem leisesten Wehen, welches kaum die Oberfläche eines ruhigen Sees zu kräuseln vermag, bis zu dem Orkane, welcher Bäume entwurzelt und Gebäude niederwirft. Im Jahre 1802 erlebte man zu Charlestown um 2 Uhr Nachmittags einen heftigen Sturm aus Nordost, welcher um 5 Uhr Washington, um 10 Uhr New-York und des anderen Tages bei Sonnenaufgange Albani erreichte. Die fortschreitende Geschwindigkeit war hiernach in der Stunde etwa 18 geogr. Meilen. Die Geschwindigkeit ermittelt man, wie im vorliegenden Falle, entweder aus den Zeitbestimmungen, in welchen ein bestimmter Wind an verschiedenen Orten eintrifft, oder aus den Entfernungen, bis zu welchen leichte Körper in einer bestimmten Zeit fortgeführt werden. Grössere Genauigkeit gewähren die Anemometer. Durch besondere Zweckmässigkeit zeichnet sich der Woltmann'sche Flügel aus, welcher aus einem Windrade mit vier quadratischen Flügeln an horizontaler Axe besteht und durch eine Schraube ohne Ende an dieser ein hundertzähniges Rad umdreht; an der Welle dieses Rades ist ein Stift, welcher über einem zweiten Rade mit 50 Steigradzähnen steht und bei jeder Umdrehung des ersten Rades einen Zahn des zweiten fortschiebt. Mittelst dieses Apparates lässt sich ermitteln, wievielmal in einer Minute der Wind die Flügel umdreht, und hieraus kann man die Geschwindigkeit des Windes berechnen.

Um die Intensität der Windstösse zu messen, hat Babinet*) der Academie der Wissenschaften zu Paris ein, von ihm Sympiezometer genanntes, Instrument vorgelegt, welches aus einer Glasflasche von etwa drei Viertel Quart Inhalt besteht, die auf ihrem Boden einige Linien hoch mit Wasser bedeckt ist, in welches eine umgebogene, durch einen Korkpfropfen gehende, enge Glasröhre taucht. Bei der geringsten Aenderung des Luftdruckes oder der geringsten Bewegung der Luft steigt oder fällt das Wasser in der Röhre und zeigt dadurch diese Veränderungen so entschieden an, dass das Oeffnen oder Schliessen einer Thüre genügt, um eine merkliche Bewegung der kleinen Wassersäule zu bewirken. Wasser ist hierzu natürlich wegen seiner Leichtigkeit geeigneter als Quecksilber. Babinet misst nun die Intensität der Windstösse nach der Grösse des Aufsteigens des Wassers. Die Empfindlichkeit des Apparates ist 13 bis 14mal grösser, als die des gewöhnlichen Barometers. Windstösse, welche eine Niveauveränderung von 1 bis 2 Linien bewirken, sind schon ziemlich stark; beträgt dieselbe bis 3 Linien, so zittern schon Fenster, Thüren und leichte Wände, und der Rauch der Kamine wird in die Zimmer zurückgedrängt. Folgende Tabelle wird

*) *Acad. des sc.*, 23. avril 1849.

eine Vorstellung von der verschiedenen Geschwindigkeit des Windes geben.

Tabelle über die Geschwindigkeiten des Windes.

	Geschwindigkeit in einer Secunde.
Kaum merklicher Wind	1,5 Fuss.
Merklicher Wind	3,0 -
Mässiger Wind	6,0 -
Eine frische Brise	16,5 -
Bester Wind für Windmühlen	24,0 -
Bester Segelwind	32,0 -
Scharfer Wind, bei welchem die Segel schon theilweise zu reffen sind	48,0 -
Ungestümer Wind	64,0 -
Sturm	72,0 -
Heftiger Sturm	86,0 -
Orkan	115,0 -
Orkan, welcher Gebäude umstürzt	140,0 -

Theorie der Winde.

Bereits oben ist es ausgesprochen worden, dass jede Störung des Gleichgewichts in der Atmosphäre die Entstehung von Winden zur Folge hat. Es kann demnach die Veranlassung in der Verdunstung liegen, welche auf ausgedehnten Wasserflächen stattfindet, desgleichen in plötzlicher Verdichtung von Dünsten, Bildung von Wolken, ihrer Entladung, namentlich wenn sich diese über grosse Flächen erstreckt; allein die allgemeinste und kräftigste Ursache ist in Temperaturdifferenzen zu suchen. Franklin hat das, was in den weiten Räumen der Luft vorgeht, durch einen einfachen Versuch, welchen wir täglich zu beobachten Gelegenheit haben, auf die schlagendste Weise veranschaulicht. Oeffnet man nämlich die Thür, welche zwei Zimmer verbindet, von denen das eine kalt, das andere warm ist, so entsteht ein doppelter Luftstrom: der eine geht unten von dem kalten Zimmer zu dem warmen, der andere oben von dem warmen zum kalten. Hält man zwei brennende Kerzen in die geöffnete Thür, die eine in die obere, die andere in die untere Hälfte, so wendet sich die Flamme jener nach dem kälteren, die dieser nach dem wärmeren Raume. Die Anwendung auf die Erscheinungen, welche sich in der Atmosphäre zeigen, liegt nahe.

Denken wir uns in dem Aequinoctialmeere eine Insel von der Form eines Kreises, auf welche kein anderer, weiter verbreiteter Wind einwirkt, so wird bei Tage der feste Boden der Insel stärker erwärmt, als das umgebende Wasser; die über der Insel befindliche

Luft wird folglich, da sie leichter geworden ist, aufsteigen, und von dem Wasser her muss unten kalte Luft in senkrechter Richtung zur Küste auf die Insel zuströmen. Dies ist der bei Tage herrschende Seewind. Nach Sonnenuntergang hält der Seewind zunächst noch an, ungeachtet die Luft über der Insel sich ebenso wie die über dem Wasser abkühlt. Da das Wasser ein schlechterer Wärmeleiter ist, als der feste Boden der Insel, so erfolgt die Abkühlung des letzteren schneller, als die jenes; Folge hiervon ist, dass die Temperaturdifferenz zwischen der Luft über der Insel und dem Wasser immer geringer wird; endlich wird gar keine Differenz mehr stattfinden, und es muss also nach Sonnenuntergang eine Windstille eintreten. Da die Abkühlung noch fortschreitet, so wird schliesslich die Luft über dem Wasser wärmer sein, als die über der Insel, jene wird aufsteigen und diese von der Insel unten nach dem Wasser hin abfliessen. Dies ist der Landwind. Da die Abkühlung bis zu Sonnenaufgang fortschreitet, so muss diese Brise um diese Zeit am stärksten wehen. Nach Aufgang der Sonne tritt wieder Erwärmung ein; die Temperaturdifferenz wird geringer und die Stärke des Landwindes nimmt ab; endlich wird gar keine Temperaturdifferenz mehr stattfinden, und es tritt Windstille ein; schliesslich wird die Luft über der Insel wieder wärmer, als über dem Wasser, und der Seewind ist die nothwendige Folge. Dove analogisirt diese Erscheinung mit einem Rade, welches sich zweimal des Tages in entgegengesetzter Richtung dreht und zweimal still steht.

Zeigen uns so die Brisen die Wärme als das Wind erregende Princip, so liegt es nahe den Ursprung der Passate eben daher zu leiten; wir werden jedoch sehen, dass dies Moment allein zur Erklärung nicht ausreicht.

Uebergehen wir die früheren Ansichten von Bacon von Verulam, Galiläi, Varenius, Descartes. Halley stellte 1686 eine Theorie der Passatwinde auf, welche auf die wärmende Wirkung der Sonne allein basirt war. Diese Theorie ist indessen nicht ausreichend, da sich zwar die Passatwinde selbst daraus erklären lassen, nicht aber die sich an diese anschliessenden Winde im Norden SW., im Süden NW., abgesehen von anderen Einwänden, welche gegen dieselbe vorgebracht werden können. Die richtige Passattheorie, welche allerdings gewöhnlich die Halley'sche genannt wird, ist 1735 von Hadley[20]) aufgestellt, und in dieser ist nicht blos auf die erwärmende Wirkung der Sonne, sondern auch auf die unter den verschiedenen Parallelen ungleiche Rotationsgeschwindigkeit der Erdoberfläche Rücksicht genommen.

Wegen der grössern Erwärmung am Aequator und der dadurch herbeigeführten Ausdehnung der daselbst befindlichen, nun emporsteigenden Luft strömt die Luft von der Nord- und Südseite nach dem

Aequator hin, erfährt aber eine Ablenkung von N. in NO., und von S. in SO. dadurch, dass die Luft von langsamer nach Osten rotirender Punkten nach schneller sich bewegenden kommt und nun gegen die Luft, in welche sie einströmt, westwärts zurückbleibt. Hieraus ergiebt sich ohne Weiteres der Gürtel der Windstillen als die Gegend, an welcher beide Passate zusammenstossen und sich stauen. Aus den hier zusammengeführten Dünsten erklären sich die hier so häufigen Gewitter.

Die in diesem Gürtel emporsteigende, in der Höhe abfliessende Luft strömt wieder von dem Aequator nord- und südwärts, kommt aus grösseren Parallelkreisen in kleinere, folglich in Gegenden geringerer Rotationsgeschwindigkeit, eilt darum ostwärts voraus und zeigt sich aus den oberen Regionen herabkommend als SW. auf der nördlichen, als NW. auf der südlichen Halbkugel ausserhalb der Passatwinde. — Als Beweis für diesen oben wehenden Wind, führen wir an, dass am 20. Januar 1835 zu Kingston auf Jamaica vulkanische Asche niederfiel, welche von einem Ausbruche des Cosiguina in Guatemala herrührte.[21])

Hadley zeigt sogar die mechanische Nothwendigkeit des Zusammenhanges dieser Erscheinungen. Die Passatwinde würden durch ihre Reibung an der Erdoberfläche die Rotationsgeschwindigkeit der Erde, da sie dieser entgegenwirken, verringern und dadurch den Sterntag verlängern; die zur Erde zurückströmenden, von oben kommenden SW. und NW.-Winde gleichen diesen Verlust wieder aus, da sie in der Rotationsrichtung der Erde strömen.

Aus Hadley's Theorie ergeben sich ebenso die Erscheinungen der Moussons. Nehmen wir an, dass die Gegend der Windstillen ganz auf die nördliche Seite des Aequators rücke und selbst der SO.-Passat die Linie überschreite bis zu einer Gegend, in welcher zu einer anderen Jahreszeit der NO.-Passat herrschte; so kommt beim Ueberschreiten des Aequators der SO.-Passat aus grösseren Parallelkreisen zu kleineren, eilt deshalb ostwärts voraus, biegt sich um und wird aus SO.- erst S.-, dann selbst SW.-Wind. Die hier angenommenen Verhältnisse sind im indischen Oceane thatsächlich vorhanden, weil durch den stärker erwärmten, das Meer nördlich begrenzenden Continent die Gegend der Windstillen hier im Sommer mehr auf die Nordseite des Aequators gezogen wird, als an anderen Orten.

Bei der Erklärung der Windverhältnisse in den Tropen war man seit Hadley stehen geblieben; erst in der neuesten Zeit hat Dove über die Windverhältnisse der aussertropischen Gegenden Licht verbreitet. Das Dove'sche Drehungsgesetz gründet sich auf einen Wechsel zwischen Aequatorial- und Polarströmen. Denken wir uns einen Beobachter in dem 40. Grade nördlicher Breite und nehmen an, dass die Luft zwischen dem 40. und 60.° südwärts ge-

trieben werde. Durch die immer grösser werdende Rotationsgeschwindigkeit im 44., 43., 42., 41 Grade wird die aus 45° kommende Luft nicht als N.-Wind, sondern etwa als NNO.-Wind im 40.° anlangen; die von den 50.° ausgehende Luft erleidet eine noch grössere Ablenkung, zeigt sich vielleicht schon als NO.-Wind im 40.°; ebenso die aus dem 55° bereits als ONO.-Wind; — kurz ein Beobachter im 40. Grade hat eine Erscheinung, als ob sich der Wind aus N. durch NNO. in NO., in ONO. drehe, bis der Strom eine vollkommen östliche Richtung hat und nun in dem 40. Grade als Ostwind weht. Ebenso würde sich auf der südlichen Halbkugel der südliche Polarstrom durch SSO. in SO., in OSO. drehen und in O. übergehen.

Wie ein einzelner Polarstrom sich auf der nördlichen Halbkugel von N. durch NO. in O. dreht, würde auch ein einzelner Aequatorialstrom seine südliche Richtung durch SW. in W. ändern, und auf der südlichen Halbkugel ein Aequatorialstrom aus N. durch NW. sich in W.-Wind verwandeln. Auf diese Weise ergeben sich auf der nördlichen Halbkugel die Winddrehungen in den beiden Quadranten zwischen N. und O., ferner S. und W., desgleichen auf der südlichen Halbkugel in den Quadranten zwischen S. und O., ferner N. und W. im Sinne des Dove'schen Drehungsgesetzes.

Setzen wir nun den Fall, dass ein Aequatorial- und ein Polarstrom mit einander in Kampf treten, dass der eine in den anderen eindringe, so werden an den Seiten des eindringenden Stromes Windstrudel entstehen von entgegengesetzter Drehung, der eine im Sinne des Dove'schen Drehungsgesetzes, der andere im entgegengesetzten Sinne. Fassen wir dies Ergebniss mit dem vorigen zusammen, so folgt, dass auf der nördlichen Halbkugel im Allgemeinen der Wind häufiger sich im Sinne S.W.N.O. drehen müsse, als im umgekehrten, da einzelne Polar- und Aequatorialströme in diesem Sinne wirken und der eine der Windstrudel auch in diesem Sinne sich dreht. Ebenso ergiebt sich die Drehung im entgegengesetzten Sinne auf der südlichen Halbkugel. Dreht sich der Wind im entgegengesetzten Sinne des Drehungsgesetzes an einem Orte, so liegt dieser in dem Windstrudel, der sich im entgegengesetzten Sinne dreht.

Wasserhosen und Stürme.

Zu den Erscheinungen, welche mit den eben besprochenen Winden ursächlich in Verbindung stehen, gehören die Wasserhosen (Tromben) und die Stürme. Cook erlebte bei seinen vielen und grossen Seereisen sechs Wasserhosen, die ihn theils mit Bewunderung, theils mit Schrecken erfüllten. Capitain Napier beschreibt eine solche, die er am 6. September 1814 in der Nähe der Bermudas-Inseln zu beobachten Gelegenheit hatte. Ihre Gestalt war

die eines 1720 Fuss hohen Cylinders, der mit grosser Heftigkeit um seine Axe wirbelte und ungeheuere Wassermassen unter grossem Zischen bis in die Region der Wolken emporriss. Der Cylinder bog sich bald nach der einen, bald nach der anderen Seite; an seiner Basis wallte das Meer, als ob es koche. Da die Wasserhose auf das Schiff losrückte, so schoss Napier mehrmals mit einer Kanone nach derselben; eine Kugel ging mitten hindurch, zerriss sie quer durch in zwei Stücken, aber nach wenigen Secunden hatten sich diese wieder vereinigt; endlich verschwand das Phänomen und aus einer grossen dunklen Wolke stürzten förmliche Wasserströme herab.

Die Wasserhose, welche sich am 6. Juli 1822 um 1 Uhr 35 Minuten Nachmittags in der Ebene von Ossonval, etwa 3 Meilen von Boulogne und St. Omer entlud, hing scheinbar an einem Wolkenhaufen herab. Sie bildete einen mit der Spitze nach unten gerichteten Kegel von 30 Fuss Höhe und 25 Fuss Umfang, und wirbelte mit einer bedeutenden Geschwindigkeit; bald erhob sie sich mit Kanonendonner ähnlichem Knalle und liess auf dem Erdboden eine bedeutende kreisförmige Vertiefung zurück. Auf ihrer Bahn zerstörte sie Alles; Bäumen drehte sie ihre Kronen ab und streckte sie zu Boden; in dem Dorfe Vendôme entwurzelte sie einen starken Maulbeerbaum und schleuderte ihn 600 Schritt weit fort; zu Witernestre warf sie von 40 Wohnhäusern 32 um; zu Arbre zerstörte sie 18 Häuser von Grund aus. Immer um ihre Axe rotirend stiess sie bisweilen auf der Erde auf und ging dann wie ricochettirend weiter; aus ihrem Innern spie sie unter fürchterlichem Lärmen und Getöse Feuer und schwefelartige Dämpfe aus. Merkwürdiger Weise kam Niemand ums Leben; die Leute auf dem Felde legten sich vor Schrecken platt nieder. Um 3 Uhr zertheilte sich die Wasserhose plötzlich und verschwand, die Luft wurde ruhig und der Donner, welcher aus allen Himmelsgegenden rollte, hörte auf.

Eine Wasserhose zu Monville, ebenso eine am 25. Juni 1829 in der Nähe von Treves richteten vielen Schaden an. Es scheint, als ob hier dieselbe Kraft thätig sei, welche in den Wüsten Afrikas die Sandwirbel erregt, die in grossen Säulen ungeheure Massen herumschleudern, welche bei ihrem Niederfallen die herumschweifenden Araber und Caravanen der Gefahr begraben zu werden aussetzen. Ebenso erinnert dies Phänomen an die fürchterlichen Orcane des indischen Oceans und des Antillen-Meeres, von denen diese Gegenden zwar vorzugsweise, aber überhaupt die Gegenden zwischen den Wendekreisen und selbst die gemässigten Zonen jährlich heimgesucht werden. Im Jahre 1502 wurde St. Domingo durch einen Orcan verwüstet; am 28. Februar 1850 war Ile de Bourbon der Schauplatz eines solchen Meteores, welches noch schrecklicher war, als die

Orcane von 1806 und 1829 und erst nach dem 4. März gänzlich aufhörte. Nicht nur Hütten wurden niedergeworfen, sondern selbst feste Häuser entdacht, Kirchthürme umgeschmissen, Bäume entwurzelt, ganze Familien verloren unter den Trümmern ihrer Wohnungen ihr Leben, und eine Ueberschwemmung vermehrte noch die Leiden durch die Verwüstungen, welche sie anrichtete.

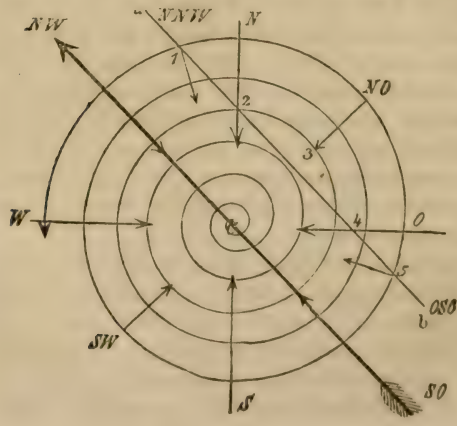
In der Nacht vom 4. October 1844 entstand um Havanna ein schrecklicher Orcan und dauerte von 10 Uhr Abends bis 3 Uhr Nachmittags des folgenden Tages. Man hörte ohne Unterbrechung das Gekrach der einstürzenden Häuser, die herzzerreissenden Töne der unter den Trümmern Sterbenden, die Schreckensrufe und die Gebete der bestürzten Lebenden. Von Zeit zu Zeit vermehrten Blitze das Schreckliche dieser Scene. Bei Anbruch des Tags steigerte ein bräunlicher Schimmer das Entsetzen; der Himmel war von schwarzen Wolken verfinstert, durch welche die Sonnenstrahlen nicht hindurchdringen konnten; es war nicht Regen, was herabfiel, sondern Wasserströme stürzten hernieder. Die entfesselte Windsbraut verursachte ein eben so starkes Getöse, wie die stärksten Donnerschläge. Als der Orcan aufgehört hatte, zählte man 400 Häuser, die zusammengestürzt waren; 70 Menschen hatten ihr Leben verloren; eine grosse Menge von Schiffen war im Hafen untergegangen. Havanna glich einer Stadt, die eben ein Bombardement ausgehalten hatte. Auf dem freien Felde war kein Baum stehen geblieben; die grössten Palmen waren gebrochen oder entwurzelt; die Reisfelder, die Kaffeepflanzungen, die Bananen, Ananas, Kokos, kurz — Alles war vernichtet. Ganze Ortschaften waren verschwunden; Tausende von Thieren umgekommen. Die ganze Insel Cuba bot den traurigsten Anblick dar. Auch auf den Bermudasinseln, auf Porto-Rico, St. Domingo und Jamaica hatte der Orcan gehaust.

Am 27. October 1856 war auf den Philippinen einer jener Stürme, welche in diesen Gegenden unter dem Namen des Typhon der chinesischen Gewässer bekannt sind. Blos in Manilla waren nicht weniger als 3500 Häuser zerstört, und nach amtlichen Berichten sind in einem Umkreise von acht Wegestunden rings um die Hauptstadt über 10000 Häuser ruinirt. Die Ernte wurde gänzlich zerstört; die Obstbäume entwurzelt oder zerbrochen; sechs fremde Schiffe auf den Strand geworfen u. s. w. Der Strrm begann gegen Mittag und hielt bis 7 Uhr Abends an.

Auch aus anderen Gegenden der Erde fehlt es nicht an Nachrichten von ähnlichen Verwünstungen. Persien ist oft der Schauplatz von dergleichen gewesen; z. B. am 7. April 363 hauste ein Orcan an den Ufern des Euphrat, als Julian gerade mit den Parthern in Krieg verwickelt war. Es war kurz vor Sonnenuntergange, als sich plötzlich eine kleine Wolke bildete und bald darauf eine solche

Finsterniss sich einstellte, dass man nicht das Geringste unterscheiden konnte; nur von Zeit zu Zeit brachen lebhafte Blitze hindurch, denen heftige Donnerschläge folgten. Ein Soldat, welcher zwei Pferde führte, wurde sammt diesen erschlagen. Ein schrecklicher Sturm brach los, dessen Wirbeln nichts widerstehen konnte, das ganze Lager wurde verwüstet, die Zelte niedergerissen und ein grosser Theil der Römer niedergeworfen. Bald darauf war Julian selbst an den Ufern des Tigris, durch einen Ueberläufer verführt, in die Irre gerathen, als ihn eine Staubwolke überfiel, welche ihm jedes Sehen unmöglich machte. Nachdem die Wolke sich zerstreut hatte, ergab sich, dass er während der Finsterniss und der Verwirrung von dem Speere eines feindlichen Reiters durchbohrt war. Vier Jahrhunderte vorher war Marcus Antonius durch Hungersnoth, Pest und Stürme gezwungen worden, den Feldzug gegen die Parther aufzugeben und einen mit vielen Mühseligkeiten verbundenen Rückzug anzutreten.

In Betreff der Stürme sind in neuerer Zeit zwei Ansichten einander gegenübergetreten, nämlich 1) dass durch irgend eine Ursache an einer bestimmten Stelle der Druck der Luft ungewöhnlich vermindert werde, und dass nun von allen Seiten ein Zuströmen nach dieser Stelle stattfinde, — d. h. der Sturm sei centripetal; 2) dass die Gesammterscheinung der Stürme Folge einer wirbelnden Bewegung sei. Die erste Ansicht vertraten namentlich Brandes in Leipzig und Espy in Philadelphia, die zweite Dove in Berlin, Redfield in New-York und Colonel Reid, Gouverneur der Bermudasinseln. Nur die Erfahrung konnte entscheiden, welche Ansicht die richtige sei, indem die Windrichtung eines über einen Ort hinwegschreitenden Sturmes nach der einen Ansicht immer senkrecht auf der stehen muss, welche nach der anderen sich ergiebt. Schreitet z. B. ein Sturm in der Richtung von SO. nach NW. fort, und



betrachten wir die Windrichtung an einem in der Linie a b liegenden Orte, so wird nach der ersten Ansicht bei 1 die Richtung NNW., nach der anderen ONO. sein, bei 2 N. und O., bei 3 NO. und SO., bei 4 O. und S., bei 5 OSO. und SSW., da nach der zweiten Ansicht die Windrichtung in der Tagente des Wirbels liegt. Die Erfahrung hat nun zu Gunsten der zweiten

Ansicht entschieden und zwar nicht nur herausgestellt, dass die Stürme Wirbel sind, sondern auch dass dieser Wirbel auf der nördlichen Halbkugel in der Richtung S. O. N. W., auf der südlichen in der entgegengesetzten, also in einem dem Dove'schen Drehungsgesetze entgegengesetzten Sinne, erfolgt. Ferner zeigten die Beobachtungen in dem Antillen-Meere, dass die Richtung, in welcher der Wirbel als Ganzes fortschreitet, im Allgemeinen von SO. nach NW. geht, und dass beim Ueberschreiten der Passatzone diese Richtung sich plötzlich unter einem rechten Winkel nordwärts umbiegt.

Zwar kommt es in den meisten Fällen, namentlich wenn man nur die praktische Seite der Naturwissenschaften im Auge hat, blos darauf an, die Gesetze genau zu ergründen; auch ist dies gerade hier für die Schifffahrt von der grössten Wichtigkeit geworden, indem jetzt bestimmte Regeln feststehen, nach denen ein Schiff seinen Cours nehmen muss, um einem Sturme zu entrinnen: doch ist es immer ein Triumph für die Wissenschaft, wenn man auch die innere Nothwendigkeit eines Naturgesetzes ergründet. Dies Letztere ist Dove gelungen [22]). Derselbe geht davon aus, dass, wenn eine in der Breite bedeutende Luftmasse vom Aequator nordwärts getrieben wird, diese eigentlich aus der Richtung von S. in SSW., SW. u. s. w. übergehen müsse; diese Luftmasse finde aber auf der Ostseite an der dort befindlichen Luft, gegen welche sie dränge, ein Hinderniss, behalte also hier eine mehr nördliche Richtung; auf der westlichen Seite sei dies jedoch nicht der Fall, indem sich hier die östlich liegende Luft in Bewegung befinde, und deshalb bekomme hier die Luft eine mehr östliche Richtung. Wir sehen also, dass unter dieser Voraussetzung die Tendenz zu einem Wirbel in dem erfahrungsmässig feststehenden Sinne gegeben ist. Bedenken wir nun noch, dass innerhalb der Tropen der NO.-Passat das Hinderniss auf der Ostseite vermehrt, so wird klar, dass dadurch dies Bestreben, einen Wirbel zu bilden, noch verstärkt wird. Kommt der Sturm bei seinem Fortschreiten in die Gegend des von oben herabkommenden SW.-Stromes, so fällt der Widerstand auf der Ostseite fort, und so finden wir auch einen ausreichenden Grund für das plötzliche Umbiegen des Sturmes ausserhalb der Passatzone. — Für die südliche Erdhälfte ergiebt sich die Ableitung des Gesetzes in ganz gleicher Weise.

Ueber die erste Ursache der Stürme, über den Impuls, durch welchen die Luftmasse in Bewegung gesetzt worden ist, sind die Ansichten verschieden. Nach Herschel liegt der Grund in zu frühzeitig innerhalb der Tropen selbst herabkommenden Theilen des oberen Stromes; andere suchen denselben in den hohen Gebirgen der Inseln jener Gegenden. Dass vorliegende Gebirge aus einem

gerade ausgehenden Luftstrome einen Wirbel erzeugen können, dafür sprechen zum Theil Stürme in dem Meerbusen von Bengalen, bei denen die hinterindischen Gebirge hemmend wirkten. Noch Andere betrachten das Phänomen als ein elektrisches und beziehen sich dabei namentlich auf die Wassergalle, eine kleine runde weisse Wolke, welche sich als Vorbote eines ausbrechenden Sturmes zeigt. [23])

SECHSTES CAPITEL.

Verhältniss der Winde zur Gesundheit.

In jedem Lande finden wir sowohl der Gesundheit nachtheilige, als auch auf dieselbe günstig einwirkende Winde, denen man zum Theil besondere Namen gegeben hat; es gehört hierher z. B. der rauhe und kalte Nord- oder Nordostwind, welcher im südlichen Europa Bise genannt wird, im Rhonethale und an den Küsten der Provence Mistral heist, in Istrien und Dalmatien unter dem Namen Bora bekannt ist und in Spanien den Namen Gallego führt. Andererseits fürchtet man auch heisse und trockene Winde, wie sie aus den Sandwüsten kommen, nicht minder, z. B. den Simum, Samum, Samiel oder Champsin,[24]) den Harmatan und den Sirocco, von denen noch die Rede sein wird. Wenn nun auch nicht zu läugnen ist, dass gewisse Witterungsverhältnisse Veranlassung zu Schrecken erregenden Zuständen geben und auf die Organismen zerstörend einwirken, so kann man doch behaupten, dass im Allgemeinen ohne den wohlthätigen Einfluss der Winde die Erde fast unbewohnbar wäre, und dass ganze Länder wahre Pestgruben und nichts als grosse Leichenfelder sein würden.

Wie die Erfahrung lehrt und das geringste Nachdenken als nothwendig ergiebt, ist auf der ganzen Erde Bewegung gewissermassen die erste Bedingung oder wenigstens ein wesentliches Mittel zur Erhaltung des Lebens. Man denke nur an die schrecklichen Folgen des Zusammengedrängtseins vieler Menschen in den Städten, in den Gefängnissen, in den Casernen und selbst in den Lagern. Die Luft in einem Theater, wie überhaupt in jedem mit Menschen erfüllten Raume, wird durch den Verbrauch von Sauerstoffgas, durch die Zunahme von Kohlensäure und namentlich durch die zur Zersetzung so sehr geneigten Ausdünstungen des Körpers bald mephitisch; es zeigt sich dies sogar in freier Luft, wenn viele Menschen zusammengedrängt sind und die Luft völlig windstill ist. Der Mensch

selbst kann für einen anderen zum schrecklichsten Gifte werden, wie Thyphus und Pest leider beweisen. Die Winde und zwar diese lediglich allein können hier verbessernd wirken, indem sie die schädlichen Ausdünstungen ins Weite fortführen und die verdorbene Luft durch frische und gesunde ersetzen. Es ist hier wie mit dem Wasser; auch dies hält sich nur durch Bewegung, während es anderen Falls durch die Zersetzung der in ihm enthaltenen Thiere oder Thier- und Pflanzenreste dem Leben Gefahr drohende Stoffe in die über demselben ruhende Luft entsendet.

So sehr man auch in neuester Zeit die Ventilationsvorrichtungen verbessert hat, gewähren sie doch nur einen unvollkommenen Ersatz für den natürlichen Luftzug. Der erzeugte Luftstrom müsste stärker sein und lange anhalten, damit er in alle Winkel und Ecken dränge, und die durch die animalischen Ausdünstungen verdorbene Luft gründlich durch frische Luft ersetzte. Wie will man dies aber in den Kellerwohnungen, in den beengten Gebäuden, die nur einen einzigen Eingang haben, in denen aber so viele elende Wesen zusammengepfercht sind, erreichen? Durch welche Mittel vermöchte man wohl die Luft in den Gebirgsschlünden zu reinigen, in welche nie ein Sonnenstrahl eindringt und die den Winden durchaus unzugänglich sind?

Da die Luft, ebenso wie das Meer, in steter Bewegung sich befindet, so wird hierdurch ein Ausgleichen oder wenigstens eine grössere Harmonie in den Temperaturen auf der Erdoberfläche bewirkt. So erscheinen die Seewinde, welche an den Küsten des Tropenmeeres sich täglich einstellen, bei der brennenden Gluth des dortigen Himmels als eine wahre Erquickung, die allerdings dem, welcher sich unbesonnen im erhitzten Zustande denselben aussetzt, auch gefährlich werden können. Europa verdankt einen grossen Theil dessen, was es erntet, den hier fast durchweg vorherrschenden Südwest-Winden. Sogar an den Küsten des Eismeeres und namentlich in den Ebenen, durch welche der Anui (bei den Bäreninseln, unter 180° Länge v. Ferro) fliesst, macht sich ein Wind durch seinen Einfluss auf die Temperatur bemerkbar, wiewohl dieser warme Wind selten länger als 24 Stunden anhält. Es ist dies ein Südost-Wind, der in der Regel im Herbst und im Winter sich einstellt. Dann steigt das Thermometer, selbst wenn es 25° unter dem Gefrierpunkte gestanden hat, plötzlich auf mehrere Grade über Null; der Schnee erweicht, das Eis an den Fenstern schmilzt und Nordlichter erscheinen öfter in grösserer Zahl.

Hierauf beschränkt sich jedoch die wohlthätige Wirkung der Winde nicht, sondern den verschiedenen Gegenden der Erde führen sie überdies die aus dem Meere aufsteigenden Dünste zu und werden so eine

wesentliche Bedingung der Fruchtbarkeit. Ausserdem tragen sie Saamenstaub von Pflanzen bis in die fernsten Länder, so dass man dergleichen aus den Tropengegenden in Grönland und auf Novaja-Semlja findet.[25]) Aegypten und Nubien sind von Alexandrien bis zum Sennaar mit weiblichen Palmbäumen bedeckt; ein einziger männlicher Baum genügt, um mehrere derselben zu befruchten und dies bewirken die Winde. Die Dichter des Alterthums schrieben denselben sogar bei der Befruchtung der Thiere eine Rolle zu.

Unter Umständen können die Winde nicht etwa blos wegen ihrer Heftigkeit, sondern wegen ihrer sonstigen schlimmen Eigenschaften schreckliches Unheil anrichten; sicher tragen sie viel bei zur Erzeugung von den Krankheiten, welche bei plötzlichen und häufigen Störungen in der Atmosphäre auftreten. So oft man den Ursachen nachgeforscht hat, welche den Epidemien zu Grunde liegen, stets hat man die in der vorhergehenden Zeit herrschenden Winde nach ihrer Richtung, ihren Veränderungen und ihren physikalischen Eigenschaften ins Auge gefasst, wie denn auch schon Hippokrates sagt: *Non solum interest, quales dies sint, sed quales praecesserint.* Kälte, Wärme, Trockenheit, Feuchtigkeit sind ja das Bedingende bei den grossen Störungen in der Atmosphäre. In unseren Gegenden sind die West- und Süd-Winde feucht und warm; in anderen ist mit dieser Feuchtigkeit bisweilen Kälte verbunden; die kalte Feuchtigkeit ist aber vielleicht die bedeutendste und oft den Tod bringende Ursache zu einer grossen Zahl schwerer Krankheiten, z. B. des Scorbuts, der Skrofeln, der Schwindsucht u. s. w.

Der Mensch erleidet durch das Ausathmen einen steten Verlust und ebenso wird ihm auf seiner Hautfläche fortwährend eine nicht unbedeutende Wärmemenge entzogen, zugleich mit anderen excrementiellen Stoffen, die durch Verdunstung durch die Oberfläche entweichen. Dieser Verlust ist veränderlich, wie Sanctorius, von Gorter u. a. durch Jahre lang fortgesetzte Wägungen gefunden haben; bleibt derselbe innerhalb gewisser Grenzen, so ist der Gesundheitszustand normal. Ebenso wie auf einem See, einem Flusse, dem Meere durch starke Luftströmungen die Verdunstung bedeutend gesteigert wird, kann aber auch unter dem Einflusse gewisser Winde der Verlust an Wärme und die Ausdünstung am menschlichen Körper einen der Gesundheit nachtheiligen Grad erreichen. Es ist bekannt, wie verschiedene Empfindungen bei gleicher Temperatur ruhige und bewegte Luft erregt. Admiral Wrangel und Capitain Parry erzählen, dass ein mit Kleidung wohlversehener Mensch in den Polargegenden in freier, aber windstiller Luft selbst bei 20 bis 30° unter Null sich ohne Belästigung aufhalten und ergehen kann; wenn aber der Wind sich erhebt,

so wird, wie leicht begreiflich ist, da jedes Lufttheilchen, welches mit der Haut in Berührung kommt, sich mit der Temperatur derselben ins Gleichgewicht setzen will und ihr mithin einen Theil der Wärme entzieht, die Kälte unerträglich. Hieraus kann man abnehmen, wie die Wirkung eines Unwetters mit Regen und Schnee bei einem Winde von 100 bis 130 Fuss Geschwindigkeit in der Secunde sein muss. Das Schrecklichste, was es in Sibirien giebt und noch schlimmer als die ärgste Kälte ist, das sind, wie von Humboldt mit Bezug auf eine Stelle in der Petersburger Zeitung des Jahres 1839 sagt, die Schneegestöber, welche ein bis drei Tage anhalten, und theils durch die fallenden, theils durch den heftigen Wind aufgewirbelten Schneemassen die ganze Atmosphäre verdunkeln. 1827 wurden alle Heerden der kleinen Kirghisen-Horde, an der Mündung des Ural, durch einen solchen Schneesturm nach Saratow verschlagen. Es kamen hierbei um 280500 Pferde, 30400 Stück Hornvieh, 10000 Kameele und über eine Million Schafe.

Die Geschichtschreiber und Reisenden, von denen wir Nachrichten über durch Winde verursachte Verwüstungen und Unglücksfälle besitzen, sprechen namentlich von dem Harmatan, dem Sirocco und dem Simum oder Samiel, oder Champsin, wie man ihn in Aegypten nennt. Der letztere weht in der Regel fünfzig Tage lang vom Ende des April bis zum Anfange des Juni und ist unter allen Winden der schrecklichste, heisseste und trockenste. So wie er sich einstellt, steigt nach d'Abbadie's Mittheilung an die Pariser Academie (15. November 1845) das Thermometer von seinem gewöhnlichen Stande von 33° auf 42°. Nach Wilson macht dieser glühend heisse Wind in Aegypten die zarteren Pflanzen augenblicklich knochendürr und tödtet Menschen und Thiere, die ihn einathmen. Nach Niebuhr ist er so heftig, dass das Blut aus Ohren und Nase mit Gewalt herausstürzt, und die Leichname bereits nach weniger als zwei Stunden in voller Verwesung begriffen sind. Mag in diesen Schilderungen auch Manches übertrieben sein, so viel steht fest, dass zur Zeit des Samums sehr viel Sand und Staub in der Atmosphäre schwebe, diese dadurch verdunkelt werde und alles Grün vertrockne. Sobald er sich erhebt, machen sich die Vögel davon; die Dromedare suchen ein Gebüsch, um ihre Augen, ihren Mund und ihre Nase gegen die Sandwolken zu schützen; die Araber bedecken ihr Gesicht, beschmieren ihren Körper mit Fett, Oel oder feuchtem Schlamme, werfen sich zur Erde oder kauern sich hinter einen Baum, bis das schreckliche Unwetter vorüber ist. Für die Caravanen der arabischen und afrikanischen Sandwüsten ist der Samum der allergefährlichste Feind; auch schreibt man demselben den Untergang der 50000 Mann starken Armee zu, welche auf Befehl des Cambyses die Bewohner der Oase des Jupiter Ammon in die

Sklaverei führen und den dortigen Tempel zerstören sollte. Nach Herodot wurde diese Armee, wie ihm erzählt wurde, mitten in der Wüste auf halbem Wege, als sie gerade Rast machte, von einem heftigen Südwinde überfallen, welcher sie mit Bergen von Sand bedeckte und gänzlich vernichtete.

Der Harmatan ist ein periodischer Wind, welcher in jeder Jahreszeit sich drei- bis viermal einstellt, namentlich aber im December, Januar und Februar in dem Theile des innern Afrika, welcher dem atlantischen Ocean näher liegt, sich öfters erhebt und 2 bis 5 oder auch sechs Tage anhält. [26]) Es ist dann der Himmel in einen eigenthümlichen Nebel gehüllt, der so dicht ist, dass die Sonne nur einen rothen Schein verbreitet. Das Charakteristische des Harmatan ist eher Trockenheit als Heftigkeit; hält er einige Tage an, so vertrocknen und verdorren die Zweige der Orangenbäume, die Meubles in den Wohnungen knacken und platzen, man bekommt Schmerz in den Augen, den Lippen und der Haut, die Hände und das Gesicht häuten sich. Hiernach sollte man meinen, dass der Harmatan ein der Gesundheit höchst nachtheiliger Wind sein müsse; nach Mathieu Dobson jedoch ist dies nicht der Fall, sondern so wie dieser Wind sich einstellt, erholen sich die durch Krankheit oder durch die in diesen Gegenden so unmässige Sitte des Aderlassens geschwächten Körper sichtlich, Wechselfieber hören ganz auf und auch andere fieberhafte Zustände, selbst epidemische, verschwinden wie durch Zauber.

Der Sirocco ist genauer beobachtet und beschrieben. So wie er sich erhebt, geht Niemand ohne Noth aus seiner Wohnung; diese selbst wird sorgfältig verschlossen, und nasse Tücher werden vor alle Oeffnungen gespannt, durch welche er eindringen könnte. Auf Diejenigen, welche sich ihm aussetzen, wirkt er äusserst erschlaffend. Am 8. Juli 1770 war gerade Brydone zu Palermo, als der Sirocco sich einstellte: „Als ich früh 8 Uhr die Thür meines Zimmers öffnete, ohne von dem eingetretenen Temperaturwechsel eine Ahnung zu haben, erschrak ich, wie noch nie in meinem Leben, denn es fiel auf mein Gesicht wie der brennende Brodem aus einem Ofen. Ich prallte zurück, schloss die Thür und rief Fullarton zu, die ganze Atmosphäre stehe in Flammen.“ Das Thermometer stieg damals, als es ins Freie gebracht wurde, auf 44 Grad.

Ein Chirurgus der afrikanischen Armee hat die Wirkungen des Sirocco während eines Marsches zwischen Oran und Tlemcen, in den Steppen den Wüste Chott, geschildert und vergleicht dieselben mit denen einer chronischen Gehirnentzündung (*calenture*). Es war Ende Juli 1846; eine grosse Zahl der Soldaten war bereits von der Hitze gefallen; da überfiel der Sirocco die kleine Colonne. Die trockene, matte und entkräftende Luft dieses Windes erschwerte

das Athemholen; die Lippen und die Nasenlöcher sprangen auf und schmerzten um so mehr, da der Wind den heissen Sand der Wüste aufrührte; die Kehle war wie zugeschnürt; der Bauch schmerzte, wie beim Alpdrücken. Die Hitze kam wie in Stössen, auf die bisweilen ein ordentlicher Schauer folgte, und hatte eine Schwäche zur Folge, die fast ohnmächtig machte. Der Puls war bald stark und voll, bald schwach und unregelmässig, bisweilen wellenförmig und auffallend langsam. Neben diesen Symptomen hatten einige Leute das Gefühl, als ob sie vor den Kopf geschlagen wären, andere waren geblendet; einige hörten allerlei fremdartiges Getöse; anderen schlotterten die Beine. Das Gesicht war mit Blut unterlaufen, die Lippen sahen blau aus; Alles deutete auf einen Schlagfluss und Blutandrang nach dem Gehirne. Der Schweiss floss in Strömen und das Wasser, welches in reichem Maasse getrunken wurde, ohne den unauslöschlichen Durst zu stillen, vermehrte nur noch die Beschwerden, die Engbrüstigkeit und die Leibschmerzen. Niemand vermochte vorwärts zu gehen, unwillkürlich drehte und wendete man sich nach allen Seiten. Unter den Zelten erstickte man fast; in freier Luft beklemmten wieder die heissen Windstösse. Die Hunde waren unruhig, keichten, suchten fortwährend andere Stellen, als ob sie auf einer erhitzten Platte gingen, und viele von ihnen kamen um.

Noch mehr Belege dafür beizubringen, dass der Einfluss, welchen die Winde in Hinsicht ihrer Temperatur, ihres Feuchtigkeitszustandes, ihres Vorherrschens und ihrer Intensität auf die Organismen ausüben, Beachtung verdient, scheint nicht nöthig zu sein; doch ist noch zu bemerken, dass dieselben — abgesehen von dissen ihnen principiel beiwohnenden Qualitäten — auch in mancher anderen Hinsicht nicht minder wichtig erscheinen, und namentlich von den Behörden nicht unberücksichtigt bleiben dürfen, deren Aufgabe es ist, für die allgemeine Gesundheitspflege im Staate zu sorgen. Die Winde der Tropen führen nicht blos den Blumenduft, den Blüthenstaub und Tausende von den Insekten, deren Element die Luft ist, fort; auch der Gesundheit höchst gefährliche Ausströmungen und Ausdünstungen, sonst der Wahrnehmung sich entziehende Gifte, werden durch die Winde in die weitesten Fernen geführt. Von wie vielen noch nicht enträthselten Krankheiten, unbegreiflichen Todesfällen, unerklärlichen Erscheinungen im Leben der Organismen, liegt die mysteriöse Ursache in den Winden! Dass Pocken- und Scharlachepidemien in der herrschenden Windrichtung sich verbreiten, ist eine ausgemachte Sache.

Varro, Columella und Vitruv haben in früherer Zeit und später P. Kircher, Lange und selbst Linné die der Gesundheit nachtheiligen Einflüsse der Sümpfe in mikroskopischen In-

sekten, welche sich in der Luft aufhalten sollten, gesucht. In neuester Zeit hat man diese alte Theorie wieder aufgefrischt und sogar auf eine grosse Zahl epidemischer Krankheiten angewendet; dies war wenigstens die Ansicht des Italiener Mojon, der 1849 zu Paris als ein Opfer der Cholera fiel. Nach ihm rührte diese Krankheit von in der Atmosphäre schwebenden Thierchen her, welche die Luftströmungen bald hier-, bald dorthin führen sollten, weshalb auch das Umsichgreifen der Seuche in eben so unregelmässigen Richtungen und in eben so seltsamen Sprüngen erfolge, wie dies der Wind thue. Nimmt man statt der Insekten Miasmen an, so kann man sich diese Theorie schon gefallen lassen. Die Beobachtungen von Chervin, Bertulus u. a. setzen es ausser Zweifel, dass die Miasmen, welche das gelbe Fieber erzeugen, durch die Luft in ziemlich bedeutende Entfernungen geführt werden. Nach Chervin wüthet bei einer Epidemie die Krankheit je nach der Windrichtung bald in diesem, bald in jenem Theile einer Stadt vorzugsweise. Von vielen Seiten wird dem Champsin eine Hauptrolle bei dem Umsichgreifen der Pest zugeschrieben. Clot-Bey will gefunden haben, dass bei herrschendem Südwinde die Anzahl der Todesfälle zunimmt, und dass beim Eintritt des Nordwindes die Krankheitsfälle abnehmen und die Krankheit selbst ihren gefährlichen Charakter verliert.

Die Verheerungen, welche die aus Sumpfgegenden aufsteigenden Miasmen anrichten, sind schrecklich und um so mehr, da die Winde ihr Terrain noch vergrössern; Rom z. B. ist ungeachtet einer Entfernung von 10 Meilen vor der gefährlichen Luft, welche den Pontinischen Sümpfen entsteigt, nicht sicher. Im September 1853 zählte die etwa 10000 Mann starke französische Besatzung Roms ungefähr 1200 Kranke und die einheimische Bevölkerung litt nicht minder an der dort endemischen Krankheit, die sich seit der ersten Wärme eingestellt. Man könnte beinahe sagen, dass die Malaria die einzige Krankheit in der ewigen Stadt sei. Erst ausserhalb der Region, welche von den Ausdünstungen der Sümpfe heimgesucht wird, — im Albanergebirge, bei Frascati, — findet man Typen der alten Weltbeherrscher; da, wo die Malaria zu Hause ist, erblickt man namentlich bei den Frauen entweder eine krankhafte Dickleibigkeit, oder in Folge der Entbehrungen und des Fiebers eine auffallende Magerkeit. Man sollte keine Stadt, ja nicht das geringste Dorf anlegen, wenn man nicht vorher die vorherrschende Richtung des Windes an der dazu bestimmten Stelle untersucht hätte! Das ganze Geschick, die ganze Zukunft eines Volkes hängt bisweilen von einer solchen Wahl ab, und schon der erste Stein des Fundamentes entscheidet über die spätere Grösse, oder über den raschen Verfall.

Zu Paris weht der Westwind am häufigsten, nämlich durch-

schnittlich an 70 Tagen des Jahres. Nun denke man sich an der Mayenne, Sarthe und Touraine Verhältnisse, wie in dem *agro romano*, und die Pariser Bevölkerung würde durch Wechselfieber decimirt und in ihrer Kraft gebrochen werden. Läge eine solche Stelle in der Picardie, in der Champagne oder in Burgund, so würde dies für Paris lange nicht so gefährlich sein, da die Nordost-, Ost- und Südost-Winde zusammen im Durchschnitte jährlich nur 66 Tage wehen. Man beklagt sich oft und mit Recht über die Ausdünstungen, welche der Anger von Montfaucon verbreitet, und schreibt diesem auch mit Recht den schlimmen Charakter zu, welchen die Wunden der Kranken in dem Hospital St. Louis annehmen; aber die Wirkung würde noch viel schlimmer sein, wenn dieser Verwesungsherd im Westen von Paris läge. Wie recht hat also Hippokrates, wenn er es für einen Arzt für unumgänglich nothwendig erklärt, in Geographie und Meteorologie bewandert zu sein! Wie unerlässlich ist es aber ebenso für die Behörden, denen das allgemeine Wohl anvertraut ist, in der Wissenschaft sich Rath zu holen, wenn es sich um Fragen handelt, bei denen der Wohlstand der Bevölkerung und die Zukunft der ganzen bürgerlichen Gesellschaft auf dem Spiele steht.

SIEBENTES CAPITEL.

Von den Luftschwingungen.

Echo.

Es scheint uns angemessen auf die Schilderung der Winde und grossartigen atmosphärischen Störungen Einiges über die Luftschwingungen, welche das Echo bedingen, folgen zu lassen. Wie sinnig fasste man diesen Gegenstand im Alterthume auf! Nach der mythologischen Darstellung war die Nymphe Echo die Tochter der Luft und der Erde. Aus Gefälligkeit gegen Jupiter suchte sie die Juno immer durch ihr Geschwätz aufzuhalten, wenn diese Jupiters galanten Abenteuern nachforschte, und als diese die Absicht merkte, verurtheilte sie die Nymphe dazu, nur dann zu sprechen, wenn sie gefragt wurde. Die Nemesis steigerte diese Strafe noch durch eine unerwiederte Liebe zu Narciss, die sie überdies nur durch Geberden und Blicke auszudrücken vermochte. Aus Schmerz hierüber zog sie sich in einsame Waldschluchten zurück, zehrte dort vor Gram und Kummer ab, ihre Gebeine wurden zu Stein und es blieb von ihr nichts übrig, als ihre Stimme, welcher die Götter das

traurige Privilegium ertheilten, die letzten Worte derer zu wiederholen, welche entweder als verirrte Wanderer oder als Liebende, oder aus anderen Ursachen dort ihre Stimme erschallen liessen. Ausserdem war bei den Alten das Echo die Personificirung der Einsamkeit, in welche sich die Philosophen bisweilen vor dem Geräusche der Welt zurückzogen, wie auch der Lieblingsausspruch des Pythagoras: Wenn es wettert, so hole beim Echo Rath! bekundet.

Wie wir bereits früher[27]) erwähnt haben, findet nach den Epikuräern an der Oberfläche der Körper eine ununterbrochene eigenthümliche Ausströmung statt, gewissermassen von Bildern, welche dem Gegenstande völlig gleichen. Solange diese überaus zarten Bilder vereinzelt bleiben, sind sie unwahrnehmbar; aber in ihrer Gesammtheit und von Spiegelflächen zurückgeworfen machen sie auf unsere Organe einen Eindruck; poröse Körper verschlucken sie, dichte und polirte hingegen werfen sie vollständig zurück.

Nach den Epikuräern war auch der Schall und die Sprache etwas Körperliches, denn Lucretius sagt: „Trifft ein Laut auf keinen Gegenstand, so verfolgt er seine Richtung, breitet sich immer mehr aus und verschwindet endlich ganz in der Luft; stösst ein Theil auf feste Körper, welche ihn zurückwerfen, so entstehen bisweilen durch diese Zurückwerfung des Lautbildes Täuschungen. Hieraus erklärt sich, warum an einsamen Orten die Felsen die Worte in ganz richtiger Reihenfolge und unverändert wiedergeben, wenn wir unsere im Gebirge verirrten Genossen aufsuchen und sie durch lautes Rufen wieder sammeln wollen." Nach Lucretius giebt es Hügel, welche die ausgesprochenen Worte sechs bis siebenmal ganz deutlich wiederholen. Er sagt, dass die Bewohner solcher Gegenden glaubten, Faunen, Satyre und Nymphen hätten da ihren Aufenthalt und selbst die Götter fänden an dergleichen einsamen Stellen Wohlgefallen.

Für den Naturforscher besteht der Schall in einer schwingenden Bewegung eines wägbaren Stoffes; der schallerregende Körper theilt diese Bewegung der Luft mit und zwar, wie namentlich Chladni und Savart, die eigentlichen Schöpfer der Akustik, festgestellt haben, nach ganz bestimmten Gesetzen. Wegen des Näheren müssen wir auf die speciellen physikalischen Werke verweisen; wir übergehen daher alles, was auf die verschiedene Höhe der Töne, auf ihren besonderen Klang, auf ihre Stärke, auf die Construction der musikalischen Instrumente, auf die Tonleiter, auf den Mechanismus der Stimme Bezug hat, so interessant dies auch für den Physiker und den Physiologen sein mag, und beschränken uns hier auf die Luftschwingungen und die Theorie des Echos, insofern diese auf ihnen beruht.

Man stellt sich die Luftschwingungen so vor, als ob sie in einer Kugelwelle erfolgten, welche sich nach allen Richtungen hin mit gleicher Geschwindigkeit erweitert und im Verhältnisse ihres Fortschreitens an Stärke abnimmt. Wo würde hiernach der Schall aufhören, wo würde er ersterben? Es scheint, als ob dies erst da eintreten könne, wo auch das feinste Gehör nicht mehr im Stande sein würde, Etwas zu vernehmen; bekanntlich ist aber diese Grenze bei den verschiedenen Individuen je nach ihrer Organisation und ihrer Geübtheit verschieden. Dessen ungeachtet scheint es keinem Zweifel zu unterliegen, dass die Luftwelle sich immer weiter und weiter ausdehnt, wenn auch das schärfste Gehör nichts mehr davon empfindet. An stark bevölkerten Orten zeigt sich in Folge des Geräusches, welches Tausende von Personen erregen, ein wesentlicher Unterschied zwischen der Tages- und Nachtzeit Dies verschiedenartige Geräusch durchkreuzt sich, läuft ineinander und durcheinander, so dass eine besondere Art nicht zur Wahrnehmung kommt. Ruhe und Stille findet man nur während der Nacht und an einsamen Orten. Des Nachts wird die Stärke des Schalles durch nichts geschwächt und das Ohr vernimmt dann ebenso das Brüllen des Sturmes, wie das Säuseln des Windes, das Brausen der Meereswogen, wie das Plätschern der Quelle, das Bellen des Hundes, wie das Pipen eines Vogels. Ebenso erzeugen sich dann in ängstlichen Gemüthern Furcht und Schrecken mit ihrem abergläubischem Gefolge. Dies todtenstille und bisweilen feierliche Schweigen ist von allen Reisenden in der Tiefe der Wälder, in den Höhen der Atmosphäre und auf den weiten, öden Gefilden der Polarregionen bemerkt worden.

Der Ansicht von Humboldt's, nach welcher die Gegenwart der Sonne auf die Fortpflanzung und die Stärke des Schalles einwirkt, — durch die Hindernisse, welche ihr die aufsteigenden Luftströme von verschiedener Dichtigkeit, die partiellen Wellenschwingungen der Atmosphäre, verursacht durch die ungleiche Erwärmung der verschiedenen Theile des Bodens, entgegensetzen —, können wir nicht unbedingt beipflichten. Er sagt: „Wenn die Luft in allen Richtungen von kleinen Strömungen wärmerer Luft durchzogen wird, so theilt sich da, wo die Dichtigkeit des Mittels plötzlich sich ändert, die Schallwelle in zwei Wellen; es bilden sich partielle Reflexe und Wiederhalle (Echos), die den Schall schwächen, weil eine der Wellen zu sich selbst zurückkehrt. Das Getöse der grossen Cataracten des Orinoco in der Ebene, welche die Mission Atures umgiebt, ist bei Nacht dreimal stärker als bei Tage. Auch in Europa beobachtet man dieselbe Erscheinung bei jedem Wasserfalle. Was kann nun die Ursache hiervon sein in einer Wildniss, deren Stille durch nichts unterbrochen wird? Während der Nacht erkaltet

die Oberfläche des Bodens; die mit Rasen oder Sand bedeckten Theile nehmen eine gleichmässige Temperatur an; die Atmosphäre wird nicht mehr durchkreuzt von jenen feinen Strömungen warmer Luft, die sich senkrecht oder schräg in allen Richtungen erheben. In einem gleichförmiger gewordenen Fluidum pflanzt sich die Schallwelle mit geringerer Schwierigkeit fort, und die Stärke des Schalles wächst, weil die Theilungen der Wellen und die partiellen Wiederhalle seltener werden." [28])

Die Ungleichheit in der Temperatur der verschiedenen Luftschichten kann von dem so beträchtlichen Unterschiede in der Stärke des Getöses durchaus nicht der Grund sein, und wir müssen denselben anderswo suchen. Die Erfahrung zeigt, dass die Schallstärke um so bedeutender wird, je dichter die Luft ist. Parry erzählt, dass in den arktischen Regionen bei einer Kälte von 30 Grad unter Null zwei eine Viertelmeile von einander entfernte Personen bequem mit einander sprechen konnten. Auch steht thatsächlich fest, dass man bei Luftfahrten, selbst in einer Höhe von 10000 Fuss, die von der Erde kommenden Rufe deutlich verstehen konnte. Hierbei muss man wohl annehmen, dass dies scheinbar mit den akustischen Gesetzen im Widerspruche stehende Phänomen von der Concentration und der Zurückwerfung der Schallwellen an der Oberfläche der Erde bedingt werde; denn sonst nimmt, wie wir bei Besprechung der beim Besteigen hoher Berge eintretenden physiologischen Erscheinungen durch Beispiele belegt haben, die Schallstärke um so mehr ab, je dünner die Luft wird. Regen, Nebel, eine Schneedecke verschlucken gewissermassen den Schall oder schwächen ihn mindestens. Physikalische Experimente zeigen, dass im leeren Raume gar kein Schall entsteht, und daher könnten die fürchterlichsten Katastrophen in den Räumen unseres Planetensystems eintreten, ohne dass man auf der Erde das geringste Geräusch davon vernehmen würde. In Betreff der Schallgeschwindigkeit bemerken wir nur, dass dieselbe mit steigender Temperatur grösser wird und bei Temperaturerniedrigung abnimmt, jedoch innerhalb enger Grenzen. Die Höhe des Barometerstandes scheint ohne Einfluss zu sein. [29])

Das Echo wird hauptsächlich durch die Zusammendrückbarkeit und die Elasticität der Luft bedingt. Wie bereits bemerkt wurde, pflanzt sich die Schallwelle bis ins Unbegrenzte fort und verläuft sich gewissermassen im Raume; trifft sie aber auf einen Widerstand leistenden Körper, so tritt eine ähnliche Wirkung ein wie bei dem Lichte, wenn dies auf einen polirten Körper fällt, wie bei dem gegen die Bande schlagenden Billardballe oder bei einem Gummiballe, der von der Erde, gegen welche er geworfen wird, zurückfliegt. Das Echo entsteht also durch die Zurückwerfung der Luftwelle. Soll es deutlich sein, so gehört dazu mindestens ein Abstand der reflec-

tirenden Fläche von dem Beobachter von 53 Fuss; da man höchstens 10 Silben in 1 Secunde deutlich aussprechen kann. Bei geringerem Abstande zeigt sich statt des Echos ein verworrener Wiederhall, welcher in manchen Gebäuden das Verständniss der Redner erschwert.

Die Geschwindigkeit des Schalles ist dieselbe, mag der Ton hoch oder niedrig sein; sie beträgt in der Luft bei einer Temperatur von 16 Grad 1090 Fuss. Bei einer halb so grossen Entfernung der reflectirenden Fläche antwortet das Echo auf höchstens zehn schnell hintereinander ausgesprochene Silben; ist der Abstand bedeutender, so können mehr Silben, ja ganze Sätze wiederholt werden. Doctor Plott erzählt, dass das Echo im Parke zu Woodstock in England bei Tage 17 und bei Nacht 20 Silben wiederhole. Die Erklärung des mehrfachen Echo beruht ganz auf denselben Verhältnissen; die Luftwelle wird von einer reflectirenden Fläche auf eine andere geworfen, wie ein Lichtstrahl zwischen zwei gegeneinander gestellten Spiegeln. Nach Plinius[30]) war zu Olympia eine Halle, in welcher jeder Laut sich siebenfach wiederholte. Nach Kircher, Schott und Misson gab das Echo in der Villa Simonetta nahe bei Mailand ein Wort vierzigmal wieder. Addisson erzählt sogar von einem Echo in Italien, welches einen Pistolenschuss 56mal wiederholt habe. Sollten diese Fälle nicht glaubwürdig genug erscheinen, so kann dies bei Folgendem entschieden nicht eingewendet werden: In der Nähe von Verdun stehen nebeneinander zwei viereckige Thürme, welche dasselbe Wort 13 bis 14mal wiederholen. Am merkwürdigsten erscheint über das Echo, von welchem Admiral von Wrangel in seinem Werke aber den Norden Sibiriens*) spricht. Etwa 250 Werst von Kirensk ist eine, Tcheki genannte, von gegen 550 Fuss hohen Felsen gebildete Schlucht, durch welche die Lena strömt, und hier ist ein so starkes und anhaltendes Echo, dass ein Pistolenschuss mehr denn 100mal wiederholt wird, wobei die Knalle wie bei einem Rottenfeuer aufeinander folgen, und man manchmal glauben möchte, ein ganzer Geschützpark werde gelöst.

In den physikalischen Lehrbüchern werden in der Regel auch einige Gebäude angeführt, die durch ein eigenthümliches Echo sich auszeichnen, namentlich das Conservatorium für Künste und Gewerke zu Paris. In einer Ecke eines grossen Saales kann sich nämlich Jemand, ungeachtet er ganz leise spricht, mit einer Person in der entgegengesetzten Ecke unterhalten, ohne dass es von Anderen, welche dazwischen stehen, vernommen wird. Es erklärt sich dies scheinbar auffallende Phänomen aus dem eigenthümlichen Baue der Decke, die elliptische Krümmungen macht, deren

*) Tom. I. p. 21.

Brennpunkte in jenen Ecken liegen, so dass die von dem einen ausgehenden Schallwellen, sich in dem anderen wieder vereinigen. Schon den Baumeistern der Alten war dies Kunststück bekannt, denn man erzählt, dass Dyonisius der ältere in dem Felsen, auf welchem sein Palast stand, grosse Räume in der Art habe anlegen lassen, dass er alles, was um ihn gesprochen wurde, habe hören können. Man kann indessen hierbei nicht eigentlich von Echo sprechen, sondern diese Röhren, Ecken und Gewölbe vertreten eigentlich die Stelle von Sprachrohren oder Hörrohren, von denen diese die Schallwellen concentrirt zu dem Ohre führen, jene durch Resonanz den Schall verstärken und in die Weite tragen. Die Erfindung dieser Instrumente reicht bis ins höchste Alterthum hinauf; so hat vor Kurzem Lindley dem Museum der königlichen Societät zu London ein ehernes Sprachrohr übergeben, welches er in den Ruinen des alten Issus in Cilicien gefunden hatte. Es ist ganz vorzüglich akustisch construirt und trägt die menschliche Stimme zu beträchtlichen Fernen; es ist etwa 10 Fuss lang und auswendig mit Basreliefs geschmückt, welche durch die Zeit freilich sehr gelitten haben. Nach Lindley's Ansicht hat dies interessante Instrument dem Alexander gehört, der sich desselben bedient habe, um gleich seiner ganzen Armee seine Befehle ertheilen zu können.

Man sollte eigentlich in den meisten von Bergen begrenzten Ebenen, in den Thälern, auf öffentlichen Plätzen, überhaupt allenthalben, wo einem ausgestossenen Laute Terrainhindernisse entgegenstehen, Echos erwarten; dem ist aber nicht immer so. Es ist überhaupt schwer *a priori* anzugeben, wo ein Echo sein müsse und warum gerade die eine Bergpartie vor der andern hierin bevorzugt ist. Die vollkommensten Spiegel sind Menschenwerk; das Echo geht auf eine bisweilen mysteriöse Weise aus einer wunderbaren Werkstatt hervor, nämlich aus der Hand der Natur. In Bergschluchten, in Höhlen, in Felsklüften, aus denen Quellen hervorsprudeln, ist es sehr häufig. Der Schall von Blechinstrumenten, ein Flintenschuss, das Rollen des Donners werden an solchen Stellen oft mehrfach durch das Echo wiederholt. Bisweilen findet man es in Wäldern, ohne dass man die reflectirende Fläche anzugeben vermöchte, ebenso in weit ausgedehnten Ebenen ohne auffallende Unebenheiten, endlich in den vom Blitze zerrissenen Wolken. Die auf den Schiffen ausgespannten Segel geben auf dem Meere in ziemlich bedeutenden Abständen Veranlassung zu auffallend starken Echos.

Die durch das Echo reflectirten Schallwellen haben einen eigenen Klang, etwas Unbestimmtes und Melancholisches, was in der menschlichen Stimme nicht liegt. Das Gemüth wird dadurch ähnlich gestimmt wie durch die aus der Ferne her tönende Dorfglocke, welche Feierabend verkündet. Auch scheint es so, als ob zwischen dem

Echo und den sogenannten harmonischen Tönen eine gewisse Beziehung und Analogie stattfände. Die Luftwelle wirkt selbstverständlich auf die Körper ein, welche von ihr getroffen werden, und theilt ihnen etwas von ihrer eigenen Bewegung mit; aber sie kann nur einen Ton hervorrufen und zwar nur einen harmonischen, wie wir dies bei Saiteninstrumenten, z. B. bei der Harfe, wahrnehmen. Die Saiten bleiben stumm, wenn die Töne, seien sie auch noch so stark, nicht mit den ihrigen harmonisch sind. Auch in den Kirchen, in den Schauspielhäusern, überhaupt in allen grossen Gebäuden kann man täglich die Beobachtung machen; denn gewisse Töne der Stimme, gewisse Orgeltöne, manche Donnerschläge machen die Fenster und Wände zittern, die unter vielleicht sonst viel stärkeren Einwirkungen unbeweglich und stumm bleiben. Es ist deshalb wesentlich, dass die Redner, Schauspieler und Sänger das Local genau kennen, in welchem sie auftreten; denn eine unter günstigen Verhältnissen wohlklingende und deutliche Stimme kann unter anderen unangenehm und unverständlich werden.

Die Erzeugung des Schalles, die Entstehung des Wortes hat ebenso ihr Geheimnissvolles wie die Mehrzahl der Naturerscheinungen; der hierbei zur Anwendung kommende Mechanismus im Ganzen und die Bestimmung der einzelnen Theile würde uns viel Ueberraschendes zeigen. Der noch nicht abgestumpfte, hingegen noch für Eindrücke empfängliche Mensch wird stets durch die lebhaften Lichter der Morgen- und Abendröthe, die prächtigen Farbentöne des Regenbogens, das Grossartige eines Nordlichtes angezogen und angenehm erregt; ebenso würden wir gewiss von Erstaunen ergriffen und von Bewunderung erfüllt sein, wenn wir zum ersten Male unser eigenes Bildniss in aller Treue und Schärfe wiedergegeben sehen würden. Weit wunderbarer ist aber noch das Phänomen des Sprechens. Wie merkwürdig ist es nicht, dass das Wort Tausenden von Zuhörern gleichzeitig vernehmlich ist, dass es die Herzen ergreift und die Gemüther derer erfüllt, welche voll Spannung auf die Lippen des Sprechenden gerichtet sind! Wie können einige materielle Atome solch Wunder bewirken? Wie ist es möglich, dass sie die zartesten Empfindungen erwecken können? Sollte man da nicht auf den Gedanken kommen, die Luft selbst sei belebt und nehme Theil an dem geheimnissvollen Wehen, welches durch die ganze Natur geht und wie unsere eigene Seele ein Ausfluss der Gottheit ist?

ACHTES CAPITEL.

Von den Hydrometeoren.

Nach einer ewigen Ordnung und nach von der Vorsehung geregelten Gesetzen steigt das Wasser, welches den grössten Theil der Erdoberfläche bedeckt, in Dunstgestalt in die Atmosphäre, wo es entweder sich mit ihr mischend unsichtbar schwebt, oder sich verdichtend Nebel und Wolken bildet. Als Schnee lagert es sich auf den Gipfeln der Gebirge, oder bedeckt bei strenger Kälte unsere Felder mit einer weissen Hülle. Als Thau und Regen wird es von der Erde eingezogen, giebt den Pflanzen Nahrung, speist die Flüsse und ergiesst sich mit diesen wieder in die Seen und Meere, von denen es entstammte. Sollte die Thatsache einer solchen immer sich erneuernden Formänderung, diese augenscheinliche Umwandlung der Materie, die gewissermassen in einem Kreislaufe erfolgt, etwa die Veranlassung zu den so mancherlei mystischen Systemen geboten haben, wie wir sie in der Metempsychose der Indier und Griechen, nach welcher unsere Körper und selbst unsere Seelen stufenweisen und allegorischen Metamorphosen unterworfen sind; in dem Cyclus des grossen Jahres der Chaldäer und Druiden, welche im Leben und Sterben nur eine Umwandelung erblickten und glaubten, dass alles wiedergeboren und wiedererzeugt werden müsse; in dem Pantheismus der Neueren, wenn man überhaupt die Lehre, nach welcher es in dem ganzen Universum nur eine auf verschiedene Weise modificirte Substanz giebt, als eine der neueren Zeit anerkennen kann, finden? Xenophanes und mehrere andere Philosophen hatten es schon vor Spinoza ausgesprochen, dass alles Seiende nur Eins sei, und zwar etwas Unveränderliches, die Gottheit selbst.*) Lau, ein eifriger Anhänger des Spinoza, wählt in einer von Gott, dem Menschen und der Welt handelnden Schrift, indem er die Ansichten dieser Schule zusammenfasst, als Beispiel und als Vergleich den Fluss und den Ocean und drückt sich so aus: *Deus materia simplex, ego materia modificata; Deus terra, ego gleba; Deus Oceanus, ego fluvius,* also: Gott ist die einfache Materie, ich bin die modificirte Materie; Gott ist die Erde, ich bin die Scholle; Gott ist der Ocean, ich bin der Fluss. Alle diese Systeme, mögen sie auch noch so bedeutende Namen tragen, sind ebenso irrig und verfehlt, wie manche materielle Umwandelungen wahr und begründet.

Uebergang des Wassers in Dunstgestalt; Sieden.

Die Flüssigkeiten gehen entweder durch Sieden oder durch Verdunstung in Dunst über. Unter demselben Drucke sieden die

*) *Cicero, Academ. quaest.* II (IV) cp. 37. „*Unum esse omnia, neque id esse mutabile, et id esse deum.*“

verschiedenen Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen: Aether bei 36°, Schwefel bei 299°, Quecksilber bei 347°. Der Siedepunkt einer Flüssigkeit ändert sich nicht blos mit dem Drucke, dem sie ausgesetzt ist, sondern ist auch von den in derselben aufgelösten Stoffen und selbst von dem Gefässe, in welchem sie enthalten ist, abhängig; so siedet das Wasser in einem gläsernen Gefässe etwas später, als in einem metallenen; Zuckerwasser weniger leicht, als reines Wasser; auch ist das Wasser in grossen Kesseln nur schwierig zum Sieden zu bringen. Ebenso ist der Siedepunkt von der Natur und der Beschaffenheit der aufgelösten Salze bedingt, wie Legrand durch interessante Versuche näher nachgewiesen hat; so siedet mit Seesalz gesättigtes Wasser bei 108°,4, mit Salpeter gesättigtes bei 115°,9, mit salpetersaurem Ammoniak gesättigtes erst bei 180°.

An der Meeresküste siedet das Wasser unter einem Drucke von 0,^{m}76 (28 par. Zoll) bei 100° C. Nimmt der Luftdruck ab, so liegt der Siedepunkt niedriger, so dass mithin das kochende Wasser nicht immer gleich heiss ist; in manchen Gegenden ist die Siedehitze sogar nicht ausreichend um alle Stoffe in demselben gahr zu kochen. Zu Paris ändert sich der Siedepunkt, wie auch an anderen Orten, je nach dem Drucke der Luft; steht das Barometer 781 Millim. hoch, so geschieht es bei 100,°8, hingegen bei 98,°5, wenn das Barometer auf 719 Millim. fällt. Man kann also das Sieden immermehr verzögern und dem Wasser eine ungeheuere Hitze ertheilen, wenn man den darauf lastenden Druck immermehr steigert. Der Papin'sche Topf liefert einen Beweis hierfür. Man hat den Druck sogar bis auf 50 Atmosphären getrieben.

Hat das Wasser seinen Siedepunkt erreicht, so bleibt das Thermometer in demselben fortwährend auf demselben Punkte, z. B. auf 100°, stehen, sobald das Gefäss offen ist; alle noch hinzugeführte Wärme wird zur Verdunstung verbraucht. Black hat diese zur Bildung der Dünste unumgänglich nöthige Wärme latente oder gebundene Wärme genannt. Nach Rumford beträgt die latente Wärme bei 100° als Siedetemperatur 567°, nach Gay-Lussac 550 und nach Despretz 531 bis 540°. Wird der Dunst tropfbarflüssig gemacht, so wird die latente Wärme wieder frei und kann mittelst des Thermometers gemessen werden. Der Druck des Dunstes ist bei 100° dem der Atmosphäre gleich und entspricht mithin dem einer Quecksilbersäule von 28 par. Zoll.

Verdunstung.

In freier Luft stehendes Wasser nimmt fortwährend an Volumen ab, selbst bis zum völligen Verschwinden, wobei die Salze, welche es aufgelöst enthielt, als Rückstand bleiben. Diese Verdunstung erfolgt bei jeder Temperatur, sogar bei einer Temperatur unter Null, so dass in den strengsten Wintern das Eis ohne vorangehende

Schmelzung sich in Dunst verwandeln kann. Die dichten Nebel in den Eismeeren haben ohne Zweifel hierin ihren Grund. Je trockner die Luft ist und je öfter sie erneuert wird, desto schneller verdunstet das Wasser; heftig wehende Winde trocknen daher bisweilen Seen und Teiche fast vollständig aus.

Die Atmosphäre enthält immer eine gewisse Dunstmenge. Es verhält sich diese Menge so, als ob der Dunst allein vorhanden wäre, und der mit Luft erfüllte Raum enthält nicht weniger, als der leere; im letztern Falle erfolgt jedoch die Verdunstung schneller und gewissermassen augenblicklich. Jedem Temperaturgrade entspricht ein bestimmter Dunst-Sättigungspunkt, so zwar, dass, wenn die Lufttemperatur steigt, eine neue Quantität Dunst aufgenommen werden kann. Wie die Dunstspannung oder die Elasticität in ihrem Maximum bei den verschiedenen Temperaturen ist, zeigt folgende Tafel, in welcher der Temperaturgrad den Thaupunkt angiebt.

Temperatur nach C.	Spannkraft in Millim.	Dichtigkeit.	Temperatur nach C.	Spannkraft in Millim.	Dichtigkeit.
20	1,3	0,0000015	19	16,3	0,0000162
15	1,9	21	20	17,3	171
10	2,6	29	21	18,3	181
5	3,7	40	22	19,4	191
0	5,0	54	23	20,6	202
1	5,4	57	24	21,8	213
2	5,7	61	25	23,1	225
3	6,1	65	26	24,4	238
4	6,5	69	27	25,9	251
5	6,9	73	28	27,4	264
6	7,4	77	29	29,0	279
7	7,9	82	30	30,6	294
8	8,4	87	31	32,4	310
9	8,9	92	32	34,5	326
10	9,5	97	33	36,2	342
11	10,1	0,0000103	34	38,3	362
12	10,8	109	35	40,4	381
13	11,4	116	36	42,7	402
14	12,1	122	37	45,0	422
15	12,8	130	38	47,6	444
16	13,6	137	39	50,1	467
17	14,5	145	40	53,0	492
18	15,4	153	41	55,8	516

Einige Naturforscher waren der Ansicht, dass die Verdunstung des Wassers Folge einer gewissen Verwandtschaft zwischen dieser Flüssigkeit und der Luft sei; wie unbegründet dies ist, ergiebt sich jedoch schon daraus, dass der Vorgang im leeren Raume schneller als im lufterfüllten sich vollzieht. Durch die Schwere nach der Erde hingezogen kann sich das Wasser nur durch die Wärme, der eine der Schwere entgegenwirkende Kraft zukommt, von der Oberfläche entfernen. Hierbei kommt es aber nicht blos auf die sensible oder freie Wärme an, sondern auch auf die gebundene, welche für die Wahrnehmung mit unseren thermometrischen Instrumenten verschwindet. Daubrée hat die zur Verdunstung des Wassers auf der Oberfläche der Erde erforderliche Menge von Wärmestoff zu ermitteln gesucht und ist hierbei davon ausgegangen, dass die jährlich in Dunst umgewandelte Menge Wassers der Menge meteorischen Wassers gleich sein müsse, welches in demselben Zeitabschnitte aus der Atmosphäre sich niederschlägt. Durch eine Zusammenstellung der unter verschiedenen Breiten auf beiden Halbkugeln gemachten Beobachtungen gelangte er zu dem Resultate, dass diese Menge etwa 22753300 Cubikfuss betrage, was einer die ganze Erde bedeckenden Wasserschicht von 4,4 Fuss gleich kommen würde. Die zur Verdunstung dieses Wassers erforderliche Wärme würde ausreichen eine die ganze Erde einschliessende Eishülle von 34,1 Fuss Dicke zu schmelzen.

Das Mittel der Verdunstung auf der Erdoberfläche hat man auf 35 par. Zoll geschätzt; für Paris hat man 32 par. Zoll und 1 Linie und für Montmorency 38‴ 4‴ gefunden. Die jährlich fallende Regenmenge scheint also mit der Verdunstungsmenge durchaus nicht zu stimmen. Im südlichen Frankreich, bei dem Kanal von Languedoc und in dem Becken von St. Ferréol hat man 32 par. Zoll erhalten. Prony's Resultate von den pontinischen Sümpfen stimmen hiermit ziemlich überein: denn nach seinen Beobachtungen beträgt das tägliche Mittel 1 bis $1^1/_3$ Linie. In der heissen Zone und über grossen Flüssen ist die Verdunstung beträchtlicher; von Humboldt schätzt dieselbe in Cumana wenigstens auf 130 Zoll. „Nimmt man an, dass im südlichen Frankreich und in der heissen Zone die Atmosphäre sich in Ruhe befindet, so finde ich mit Gay-Lussac nach den Angaben eines Haarhygrometers, dass die Verdunstung in den beiden Zonen im Verhältnisse von 1 zu 1,6 steht, während die herabgefallene Menge Regenwassers sich wie 1 zu 4 verhält.“*) Dubuisson behauptet indessen, dass in den Tropengegenden die Verdunstung geringer sei, als man sie erwarten sollte, und zwar weil die Luft dort gesättigt sei. Um die periodischen Regen zu erklären, nimmt er an, dass die Winde die Dünste der gemässigten Zonen dahin führen.

*) *Humboldt, voyage aux rég. équin.* IX. p. 373.

Nach Dalton's Rechnung enthält die Atmosphäre etwa 0,0142 ihres Gewichtes an Wasser; die höheren Schichten derselben sind fast ganz wasserfrei, wie es sich sehr entschieden auf hohen Bergen und bei Luftfahrten herausstellt, wo die Trockenheit so stark wird, dass Holz, Pergament und dergleichen zusammenschrumpfen.

Manche Körper besitzen die Eigenschaft Feuchtigkeit anzuziehen, z. B. concentrirte Schwefelsäure, Chlorkalk. Diejenigen Körper, welche durch die Aufnahme von Wasser ihre Dimensionen verändern, nennt man hygroskopische oder hygrometrische und mit ihrer Hilfe bestimmt man den Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Die Instrumente, welche zur Ermittelung der Spannkraft des in der Atmosphäre enthaltenen Wasserdunstes dienen, heissen Hygrometer. Ihre Construction beruht auf verschiedenen Principien: bei einigen, wie bei dem Daniel'schen Hygrometer, kommt es auf den Niederschlag des Dunstes an, den man an einem goldenen Reifen beobachtet; bei anderen, wie bei dem August'schen Psychrometer, ist umgekehrt die Verdunstung das Wesentliche, indem man aus der durch Verdunstung von Wasser erzeugten Abkühlung auf den hygrometrischen Zustand der Luft schliesst. Das bekannteste, zugleich das älteste und noch vielfach gebrauchte Hygrometer ist das Saussure'sche oder Haarhygrometer, welches sich auf Absorption der Wasserdünste gründet.

Zur Construction eines Saussure'schen Hygrometers nimmt man ein feines, weiches, nicht gekräuseltes und noch weniger gespaltenes Menschenhaar von einem gesunden lebendigen Kopfe und entfettet dies in lauwarmer Lauge. Das Haar wird mit seinem oberen Ende an einem Zängelchen befestigt, das untere Ende aber ist um eine mit zwei Rinnen versehene Rolle geschlungen, an deren Axe ein Zeiger befestigt ist. Ein kleines Gewicht, welches an einem um dieselbe Rolle in der einen Rinne geschlungenen Seidenfaden hängt, spannt das Haar. Je nach dem Feuchtigkeitszustande der Luft, in welcher das Instrument sich befindet, verlängert oder verkürzt sich das Haar in Folge der Absorption, wodurch der Zeiger bald nach der einen, bald nach der anderen Seite der Eintheilung gedreht wird. In vollständig mit Feuchtigkeit gesättigter Luft steht der Zeiger auf 100; der Punkt der grössten Trockenheit wird mit 0 bezeichnet.

Der in der Luft enthaltene Wasserdunst vermehrt die Durchsichtigkeit der Luft, trägt wesentlich zu der Pracht des tropischen Himmels bei, erweitert den Horizont und begünstigt das Flimmern der Sterne. Er spielt eine wesentliche Rolle bei der Zersetzung organischer Stoffe, er löst sie auf und befördert hierdurch die Bildung von Miasmen, welche durch die Winde fortgetrieben die Quelle so vieler tödtlicher Krankheiten werden. Die Verdunstung kommt bei

der Erhaltung des Gleichgewichtes der Temperaturen ebenso in Betracht, wie die Unruhe der Atmosphäre und die Bewegung des Wassers. Die Körper, welche keine Verdunstung erleiden, erwärmen sich sehr und behalten längere Zeit denselben Temperaturgrad, während andererseits die Verdunstung die zu ihrem Zustandekommen nöthige Wärme den Körpern entzieht, latent macht und auf diese Weise abkühlend wirkt.

Was in der Luft vorgeht, zeigt sich noch schlagender bei einer zum Bestehen des thierischen Lebens wesentlichen Function, nämlich bei der Ausdünstung durch die Lunge und durch die Haut; trockene Luft befördert und steigert sie über die Maassen; feuchte Luft hemmt und schwächt sie auf lästige Weise. Die Natur hat jedoch den menschlichen Körper mit Organen und Functionen versehen, welche sich gegenseitig ergänzen; jedermann hat nämlich leicht die Beobachtung machen können, dass bei feuchtem, namentlich bei feuchtkaltem Wetter die Urinabsonderung in reichlicherem Maasse erfolgt. Wenn dies jedoch längere Zeit anhält, so kann es Nachtheile mit sich bringen; denn es ist ein Naturgesetz, dass bei jeder Steigerung, sollte sie auch gewisse Vortheile bieten, die Organe im Verhältniss zu ihrer Thätigkeit und ihrer wiederholten Anstrengung Krankheiten ausgesetzt sind. In feuchten Gegenden treten gewisse Krankheitserscheinungen sehr häufig auf; will man diesen vorbeugen, so muss man mittelst des Feuers, starker Körperbewegung und einer Feuchtigkeit nicht anziehenden Bekleidung die Trockenheit der Luft zu ergänzen suchen.

Wenn man sich scharfer und kalter Luft aussetzt, aber mit Kleidung wohl verwahrt ist, so bringt dies keinen Nachtheil; im Gegentheil widersteht man den Unbequemlichkeiten eines rauhen Wetters dann um so leichter und alle Functionen des Körpers vollziehen sich dann mit einer gewissen Fülle. Ist jedoch die Haut mit Schweiss bedeckt, so entzieht die eintretende Verdunstung eine grosse Wärmemenge und die Empfindung der Kälte wird noch empfindlicher; ist in diesem Falle die Luft sehr trocken und in Bewegung, so ist es noch schlimmer. Bei feuchtem und warmem Wetter ist die Hautausdünstung dagegen erschwert; man empfindet dann eine Mattigkeit und Erschlaffung, welche die Wärme schwül und jede Bewegung unerträglich macht. Während somit einerseits grosse Trockenheit den Körper abmattet, Entzündungen befördert, das Nervensystem aufregt, andererseits grosse Feuchtigkeit Skropheln und Rheumatismen veranlasst, die Zersetzung beschleunigt, Nerven und Muskeln erschlafft und selbst den Geist abstumpft, bewirkt ein mässiger Grad von Feuchtigkeit eine allgemeine Thätigkeit der Functionen, ohne sie in besondere Aufregung zu versetzen oder ihre Sensibilität zu erschöpfen, versetzt die Hautthätigkeit in besonders günstige und der

Gesundheit zuträgliche Verhältnisse und bringt, wenngleich nur indirect, den ganzen Menschen körperlich und geistig in den Gleichgewichtszustand, welcher der eigentlich gesunde ist. Wenngleich die Extreme in physischer und moralischer Hinsicht in den natürlichen Verhältnissen liegen, so scheint doch die Natur ihre kostbarsten Geschenke an einen Mittelzustand in allen Beziehungen geknüpft zu haben, so dass wir einen solchen als den Zustand der Vollkommenheit anzuerkennen hätten.

Uebergang der Dünste in den flüssigen Zustand. Thau.

Die Dünste gehen durch Abkühlung, oder durch vermehrten Druck, oder durch eine besondere Affinität eines Körpers zu ihnen in den tropfbarflüssigen Zustand über. Wir sehen den Dunst sich niederschlagen, wenn wir einen kalten blanken Körper, z. B. einen Spiegel in die feuchte Luft eines sehr warmen Zimmers bringen. Hauchen wir gegen eine Fensterscheibe, so beschlägt sie. Erhebt sich während eines strengen Winters ein warmer Wind, so schlägt die Feuchtigkeit der Luft an den Mauern nieder, als ob sie schwitzten. Bisweilen entstehen selbst am hellen Tage Wassertropfen an den Blättern der Bäume, wenn diese aus dem Sonnenschein in den Schatten kommen; dies ist indessen nicht das, was man Thau nennt. Hiermit bezeichnet man Tröpfchen, welche sich auf Pflanzen und auf anderen Körpern in Folge der Wärmeausstrahlung gegen den Weltenraum niederschlagen, was namentlich in heiteren Nächten geschieht. Will man die Menge des gefallenen Thaues bestimmen, so setzt man dem Gewichte nach bekannte Substanzen der Luft aus. Am geeignetsten sind hierzu nach den Untersuchungen von Wells Baumwollflocken, die man, nachdem der Thau gefallen ist, wiegt, so dass man aus der Gewichtszunahme die Menge desselben findet.

Die Theorie der Thaubildung war lange Zeit unbekannt und mangelhaft. Nach einigen Naturforschern kam der Thau aus der Erde, nach anderen war derselbe ein feiner, aus den oberen Regionen der Atmosphäre entstammender Regen. Die richtige Theorie hat Anfangs dieses Jahrhunderts. Dr. Wells mittelst einer Reihe sehr interessanter und entscheidender Versuche, welche in einer von der königlichen Societät zu London vom Jahre 1816 gekrönten Abhandlung enthalten sind, gegeben [31]). Nach diesem Arzte kühlen sich die Luft, die Erde und die Pflanzen in heiteren Nächten durch Wärmeausstrahlung gegen den Weltenraum ab; hierbei ist zwar zu bemerken, dass dies bei der Luft in geringerem Grade der Fall ist, aber es giebt Körper, welche ihre Wärme schneller verlieren und sich um mehrere Grade selbst unter Null abkühlen, wenn auch die umgebende Luft lau bleibt und eine Temperatur über Null zeigt. Dann verlieren die unteren Schichten ihren Wasserdunst, der sich auf den

kalten Körpern als Thau niederschlägt. Der Moment, bei welchem der Niederschlag eintritt, heisst der Thaupunkt. Die Construction der Condensations-Hygrometer, bei denen ein Thermometer diesen Temperaturgrad mit aller Schärfe angiebt, gründet sich hierauf. Pouillet hat ein, Actinometer genanntes, sinnreiches Instrument angegeben, mittelst dessen die Stärke dieser Strahlung gemessen werden kann: es besteht aus einem Cylinder von dünnem Silberbleche, in welchem ein zweiter rings mit Schwanenfell überzogener und mit lockerem Schwanenflaum gefüllter Cylinder steht; in der Mitte des obersten Flaumes steht ein Thermometer, dessen Kugel über den etwas erhöhten Rand hinweg nur zwei Dritttheile der Hemisphäre des Himmels überschaut. Dieser Apparat wird des Nachts der Strahlung des Himmels ausgesetzt. Aus dem Unterschiede im Stande des Thermometers im Actinometer und eines freien schliesst man auf die Zenithaltemperatur.

Die Theorie von Wells hat, ungeachtet sie fast allgemein angenommen wurde, doch manche Angriffe erfahren. Deshalb stellte Melloni nochmals Versuche an, deren Resultat er der Academie der Wissenschaften zu Neapel 1827 mittheilte. Aus diesen Versuchen ergab sich, wie aus denen von Wells, dass der Thau weder von der Erde aufsteigt, noch von dem Himmel fällt; man schreibt daher mit Recht diesen Dunstniederschlag der Abkühlung zu, welche die von ihm betroffenen Körper durch die Wärmeausstrahlung gegen den heiteren Himmel erleiden. Somit erklärt sich leicht, warum sich gerade die Blätter der Pflanzen, Holz, Glas, mit Firniss überzogene und geschwärzte Körper mit Thau bedeckt finden, da diese die Wärme leicht abgeben, während Metalle trocken bleiben, bei denen dies nicht so leicht eintritt. Bringt man ein Thermoskop oder Differentialthermometer in die Nähe eines mit heissem Wasser gefüllten, mehrseitigen Metallgefässes, dessen eine Seite polirt ist, während andere mit Firniss angestrichen oder mit Russ geschwärzt sind, so ergiebt sich eine grosse Verschiedenheit in den Angaben des Instrumentes je nach der Fläche, deren Wärmeausstrahlung untersucht wird; die polirte Fläche strahlt bei weitem nicht so stark aus, als die anderen. So nahe der hieraus zu ziehende Schluss liegt, gleichwohl erschien er nicht allgemein nothwendig und folgerichtig. De Saussure und Benedict Prevost suchten den Grund dafür, dass sich auf Metallen kein Thau bildet, in einer elektrischen Kraft; Leslie erklärt die Erscheinung aus einer besonderen Repulsion, welche die metallischen Flächen dem Wasserdunste gegenüber ausüben; noch Andere hielten sich an die Wärme und Elektricität, die in dem Augenblicke, in welchem der Dunst flüssig werde, durch die chemische Einwirkung der Metalle auf die Massentheilchen des Dunstes freiwerden sollten.

Um allen Einwürfen zu begegnen, traf Melloni die allergrössten Vorsichtsmassregeln, damit er jedenfalls auf vergleichbare Resultate bei der Messung der Wärmeausstrahlung des Silbers und des Russes rechnen könne. Auf diese Weise gelangte er, übereinstimmend mit Versuchen von Desains und la Provostaye, zu dem Resultate, dass das Emissions- oder Ausstrahlungs-Vermögen viel geringer ist, als man bis dahin geglaubt hatte. Setzte er die Thermoskope der freien Luft aus, so fand er bei Schirmen, die mit Firniss, Graphit, Hausenblase, Sägespähnen, Sand, Erde und Pflanzenblättern bedeckt waren, dass stets eine sehr merkliche Temperaturerniedrigung erst eintreten musste, ehe sich dieselben mit Thau benetzten. Bisweilen waren mehrere Stunden hierzu erforderlich; auch trat oft eine Temperaturerniedrigung ein, ohne irgend einen Niederschlag während der ganzen Nacht zur Folge zu haben. Dies Letztere fand besonders dann statt, wenn die Thermometer in einem etwas grösseren Abstande von dem Boden angebracht waren. Man kann also, wenn man auf diesen Abstand rücksichtigt, die Absetzung des Thaues auf den Körpern nach Belieben ganz unterdrücken oder verzögern, und entschieden nachweisen, dass derselbe stets der Abkühlung folgt, nie ihr vorangeht. Sind die Thermometer mit polirten Schirmen versehen, so bedecken sie sich auch in den feuchtesten Nächten niemals mit niedergeschlagenem Dunste. Der eigentliche Thau erfordert also stets eine gewisse Abkühlung der Körper, an denen er sitzen soll, und die Metalle bethauen deshalb nicht, weil sie sich, dem freien Himmel ausgesetzt, nur wenig abkühlen.

Wie schon Aristoteles beobachtet hatte, fällt nur in ruhigen und heiteren Nächten Thau; Wolken und Nebel verhindern das Zustandekommen desselben, weil sie die Wärmeausstrahlung der Erde unterbrechen. Die Ausstrahlung ist bisweilen so stark, dass man genöthigt ist, die Pflanzen zu bedecken, wozu man indessen schon das dünnste Zeug nehmen kann, da dies dieselben Dienste wie eine Wolke thut. Einige Naturforscher, namentlich Musschenbroek, haben behauptet, dass sich auch bei bedecktem Himmel und beim Nebel Thau bilden könne; aber zwischen den Thautropfen und den vom Nebel herrührenden Tropfen ist der wesentliche Unterschied, dass jene sich nur an manchen Körpern finden, während diese alle ohne Unterschied benetzen. Je wärmer die Luft und je mehr sie mit Dünsten beladen ist, desto reichlicher fällt der Thau; daher beobachtet man ihn am häufigsten an den Küsten und in den Tropengegenden, während er in den Wüsten kaum merklich ist. Die verschiedenen Körper geben den Wärmestoff, wie bereits bemerkt ist, mehr oder weniger leicht ab und besitzen ein sehr verschiedenes Emissionsvermögen. Die Pflanzen kühlen sich mehr ab, als der Erd-

boden; dann kommen Sand, Glas, Steine und zuletzt die Metalle. Nach Bonsdorff bedecken sich die verschiedenen Metalle nicht in gleicher Weise mit Thau, sondern es richtet sich dies nach ihrem Oxydationsvermögen, mit welchem es in gleichem Verhältnisse steht. Nach demselben enthält übrigens der niedergeschlagene Wasserdunst Glaselektricität, die Pflanzen und die Metalle hingegen Harzelektricität.

Der Reif ist gleichsam gefrorner Thau. Derselbe ist ein Beweis für eine sehr starke Ausstrahlung der Körper und für eine dadurch verursachte bedeutende Abkühlung der unteren Luftschichten. Der Reif bildet den Schneekrystallen ziemlich ähnliche schöne Krystalle, und im Frühlinge und Herbste findet man des Morgens öfters die Bäume und die Dächer ganz mit demselben bedeckt. Zarte Pflanzen können durch starken Reif getödtet werden.

Mit dem Thau ist der sogenannte Abendthau nicht zu verwechseln, der nichts weiter ist als ein feiner Regen oder aus nichts weiter als aus feinen Regentropfen besteht, die bei grosser Wärme des Abends fallen. Da nämlich gleich mit Sonnenuntergange die feuchte Luft sich abkühlt, so kann der gesammte Wasserdunst nicht mehr im luftförmigen Zustande bestehen, ein Theil wird condensirt und schlägt sich nieder. Uebrigens sind die nachtheiligen oder wunderbaren Eigenschaften, die man dem Abendthaue und den Thautropfen zuschreibt, rein aus der Luft gegriffen und beruhen nur auf unsicherem Volksglauben oder auf unvollständigen Beobachtungen. Die Krankheiten, welche sie veranlassen, haben ihren Grund einzig und allein in der Feuchtigkeit der Luft und in der Erkältung. Das Thauwasser ist dem Regenwasser in seiner Zusammensetzung ziemlich gleich; es enthält jedoch eine etwas grössere Menge Kohlensäure und einige Atome von Pflanzenaroma. Die Alchemisten betrachteten den Thau als einen Ausfluss der Gestirne, schrieben ihm wunderbare Eigenschaften zu und sammelten ihn sorgfältig, um Gold darin zu suchen, eine Ansicht, die ebenso verkehrt ist und auf ebenso schwachen Füssen steht, wie der Glaube an die Kräfte des Steines der Weisen.

Nebel.

Wenn die Dünste sich in feuchter Luft niederschlagen, so entsteht Nebel und bilden sich Wolken. Seit Halley hält man die kleinen Körper, aus denen der Nebel besteht, für hohle Kügelchen, die gewissermassen den Seifenblasen gleichen, weshalb man sie auch Dunstbläschen nennt. De Saussure und Kratzenstein haben sich bemüht den Durchmesser dieser Bläschen mittelst des Mikroskopes zu messen. Kämtz[32]) findet denselben ungefähr 797 Millionstel eines par. Zolls und zwar in den Sommermonaten merklich

kleiner, als in denen des Winters. Der Nebel entsteht im Allgemeinen durch die Mischung zweier mit Feuchtigkeit gesättigter und ungleich warmer Luftströme. Mailie und Espy schrieben die Bildung des Dunstes in Bläschenform und sein Fallen als Regen der Abkühlung zu, welche eine Luftmasse in Folge ihrer Ausdehnung in einer dünneren Luftschicht erleidet; Babinet findet ebenso den Grund für die Wolken und den Regen in der Abkühlung der Luft, die durch die Ausdehnung in den oberen Regionen der Atmosphäre herbeigeführt wird.*)

Der Thau bildet sich, wenn die an der Oberfläche der Erde befindlichen Körper kälter, als die umgebende Luft sind; Nebel zeigen sich hingegen, wenn die Temperatur des Wassers und des Erdbodens die der Luft übertrifft, weshalb sie auch im Frühlinge und Herbste, sowohl des Morgens als Abends, am häufigsten sind. Man trifft sie besonders in den Thalschluchten; ferner sprechen alle Seeleute von auffallend dichten Nebeln in den Eismeeren.

Manche Länder sind durch die Menge und Stärke ihrer Nebel vorzugsweise bekannt: die Schweiz verdankt sie unstreitig ihren Seen und Gebirgen, welche abgesehen von der Feuchtigkeit öfter das Gleichgewicht zwischen der Wärme der Luft und der des Erdbodens stören; England seiner Lage im Meere und der Temperaturdifferenz, welche durch die Breite dieses Landes im Verhältnisse zu dem aus dem atlantischen Oceane kommenden Wasser bedingt wird. Nach Kämtz kann auch die Menge des Rauches, welcher durch die grosse Masse daselbst verbrannter Steinkohle erzeugt wird, dazu beitragen; Strabo spricht jedoch schon von dem auf Grossbritannien fortwährend liegenden Nebel zu einer Zeit, wo die Benutzung der Steinkohle so gut wie unbekannt war. Zu London ist der Nebel bisweilen so dicht, dass die Sonne ihn nicht durchdringen kann, dass man mitten am Tage sich kaum zurecht zu finden vermag, dass in den Häusern und auf den Strassen die Lampen angezündet werden müssen. Am häufigsten ist dies im November; doch stellen sich solche Nebel auch zu anderen Zeiten ein, z. B. am 10. April 1852, wo London von früh 6 Uhr bis zu Mittag in tiefes Dunkel gehüllt war. Am 29. October 1856 hielt ein solcher Nebel von 6 Uhr früh bis nach Mitternacht an; er war nicht schwarz, sondern dunkel orangegelb, so dass man bei Tage zeitweise etwa 12 Schritte weit sehen konnte, bisweilen war er aber so stark, dass man die allernächsten Gegenstände kaum zu unterscheiden vermochte. In solchen Fällen erleiden die Fahrten auf den Eisenbahnen und die der Dampfschiffe Störungen und selbst bei der grössten Vorsicht sind Unglücksfälle nicht zu vermeiden. Zu Amsterdam, Paris und an einigen

*) *Académ. des sciences*, 5 mars 1849.

Orten Deutschlands erlebt man, aber allerdings sehr selten, ähnliche Nebel; in der nächsten Nachbarschaft dieser Orte ist dann in der Regel das schönste Wetter. Ein Theil der Nebelbläschen schlägt sich auf der Erde nieder und macht die Körper nass, ein anderer Theil erhebt sich in die Atmosphäre und geht in luftförmigen Zustand über.

Wiewohl man die Nebel und die Wolken als aus Wasserdunst entstanden annimmt, der von allen fremdartigen Bestandtheilen frei ist, so scheint die Erfahrung dem doch in manchen Fällen zu widersprechen. Eine grosse Anzahl von Nebeln hat einen durchdringenden, etwas brandigen (empyreumatischen) Geruch. Hat dieser Geruch seinen Grund in Elektricität, oder etwa, wie von manchen Seiten angenommen wird, in einer besonderen Säure? Es fehlt hier noch an bestimmten Anhaltepunkten; doch scheint es fast, als ob jedes Dunstbläschen von einer elektrischen Atmosphäre umgeben sei, wie auch namentlich Tralles entdeckt hat, dass sich in der Nähe von Springbrunnen und Wasserfällen da, wo das Wasser in feinem Staube sprüht, sich stets Harzelektricität entwickelt. [33])

Wolken.

Nebel sind auf der Erdoberfläche ruhende Wolken, so dass man eigentlich für die Wolken, welche bei sonst heiterem Wetter die Berggipfel einschliessen, die Bezeichnung Nebel beibehalten könnte. Man sieht sie sich bisweilen in den Bergschluchten bilden, wo sie bald stehen bleiben, bald durch warme, aufsteigende Luftströme, wie kleine Montolfigeren, in die Atmosphäre sich emporheben. Nach Anaximenes, Plato und Seneca sollten die Wolken durch Verdichtung (Condensation) der Luft entstehen; Xenophanes schreibt sie von der Sonne ausgestrahlten Dünsten zu, während Aristoteles in seiner Meteorologie sie durch Ausdünstung des Wassers sich bilden lässt. Die Wolken sind, wie die Nebel, in Wahrheit nichts anderes als in den kalten Regionen der Atmosphäre condensirte Wasserdünste. Auch nimmt man hier an, dass sie in Dunstbläschen bestehen, wenngleich nicht alle Meteorologen diese Ansicht wollen gelten lassen: Seigey z. B. ist der Meinung, dass die Dampftröpfchen nicht hohl sein könnten, weil die Attraction des Wassers auf seine eigenen Atome den Durchmesser derselben verkleinern und die eingeschlossene Luft austreiben würde. Ausserdem scheint ihm darin ein Beweis dafür, dass sie gefüllt seien, zu liegen, dass sie auf die Sonnenstrahlen wie Linsen wirken, indem sie die Richtung der Lichtstrahlen nicht abändern würden, wenn sie hohl wären, so dass man die hinter einer Wolke befindlichen Gegenstände noch müsste sehen können.

Mag man nun der Ansicht, dass man es hier mit Dunstbläschen zu thun habe, zustimmen oder nicht, das Schweben der Wolken in der Atmosphäre lässt sich dann doch nicht recht erklären. Die kleinen Blasen sind nämlich, da sie mit feuchter Luft gefüllt sein würden, jedenfalls schwerer als diese Luft. Man hat nun zwar angenommen, dass die in ihnen eingeschlossene Luft leichter sei, als die sie umgebende; aber die Analysen haben sich dieser Annahme wenig günstig gezeigt. Seigey sucht daher das Schweben aus der Bewegung der Tröpfchen zu erklären und zwar glaubt er, dass dieselbe in horizontaler Richtung erfolge; die schwersten Tropfen jedoch fielen in der scheinbar unbeweglichen Wolke herab, verwandelten sich in den unteren wärmeren Schichten in Dunst und dieser steige dann wieder empor. Gay-Lussac nimmt an, dass die Nebel und Wolken durch die warmen, von der Erde aufsteigenden Luftströme gehoben und getragen werden; nach Fresnel dehnt die Sonnenwärme, die sich in den Wolkenschichten, namentlich in den weissen und flockenartigen Wolken, ansammele, die Luft der Bläschen aus und verwandele sie so in kleine Luftballons, welche zu grossen Höhen emporsteigen.

Die Erfahrungen, welche Barral und Bixio auf ihrer letzten Luftfahrt gemacht haben, scheinen diesen verschiedenen Hypothesen wenig günstig zu sein. Am 3. August 1850 stiegen dieselben nämlich auf, obgleich der ganze Himmel bedeckt war, und befanden sich bald mitten in einer Wolkenschicht, welche über 15000 Fuss mächtig war und die sie nicht völlig durchsteigen konnten. In einer Höhe von etwa 18000 Fuss zeigte ihr Thermometer — 9,05; aber von da an, und zwar in einer Erstreckung von etwa 1800 Fuss, änderte das Thermometer seinen Stand in ganz unerwarteter Weise, indem es bis auf — 39,07 herabing. Die beiden Luftschiffer kamen bis 22600 Fuss Höhe. Dieser so plötzlich eingetretene, ungemein niedrige Thermometerstand in einer Wolkenmasse ist, wie Arago*) sagt, eine der interessantesten Entdeckungen in der Meteorologie. Welche Verhältnisse mögen in einer Wolke vorwalten, damit sie, sei es durch Wärmeausstrahlung oder auf eine andere Art, eine solche, alle Begriffe übersteigende Abkühlung erleidet? Spielen diese abnormen Verhältnisse vielleicht bei der Hagelbildung eine Rolle? Sind sie vielleicht der Grund für die bedeutenden Temperaturveränderungen, welche man plötzlich an einem bestimmten Orte eintreten sieht? Die Beantwortung dieser Fragen müssen wir der Zukunft überlassen; die hohe Bedeutung der Thatsache wird dadurch jedoch nicht beeinträchtigt. In dieser Höhe wurde der Ballon von einer

*) François Arago war einer der ausgezeichnetsten Naturforscher dieses Jahrhunderts und starb 67 Jahre alt am 2. October 1853.

Menge kleiner Eisstücken überfallen, deren Fall auf dem Papiere, auf welchem die Reisenden ihre Bemerkungen anzeichneten, ein eigenthümliches Geräusch verursachte; von diesen Hagelkörnern fiel übrigens keins zur Erde. Aus allem diesen scheint uns klar hervorzugehen, dass es weder die Sonnenwärme, noch ein von der Erde aufsteigender warmer Strom ist, welcher die Wolken mitten in der Luft schwebend erhält. Es wäre möglich, dass eine immer tiefere Erkenntniss der elektrischen Vorgänge uns über das bisher unerklärliche Problem einmal Aufschluss gebe. [34])

Es giebt Wolken, welche dicht an der Erdoberfläche hinstreichen, welche sich an die Seiten oder die Gipfel der Gebirge lagern; in weit grösserer Zahl finden sie sich jedoch in den oberen Regionen der Atmosphäre. Auf einer Reise des Schiffes „Venus" ergab sich als grösste gemessene Höhe der Wolken über dem atlantischen Oceane und der Südsee 2800 und 4460 Fuss; die Messungen Howard's und Peytier's im Jahre 1826 in den Pyrenäen ergaben 7500 bis gegen 10000 Fuss. Andere Meteorologen haben Höhen von über 20000 Fuss gefunden; ja seit Barral's und Bixio's Luftfahrt wissen wir, dass die Wolken bisweilen bis über 22000 Fuss hinaufgehen. [35])

Die Gestalt der Wolken ist sehr verschieden und oft sehr seltsam. Howard unterscheidet drei wesentlich verschiedene Hauptformen: 1) den *Cirrhus;* 2) den *Stratus* und 3) den *Cumulus,* oder Federwolke, Schichtwolke und Haufenwolke. Der *Cirrhus* besteht meistens aus zarten Fäden, welche bald als ein feiner weisslicher Federpinsel am blauen Himmel erscheinen, bald das Ansehen von gekräuselten Locken haben, bald sich netzförmig durchkreuzen, sehr hoch in der Luft schweben und nach Kämtz aus Scheeflocken gebildet sind. In diesen Wolken bilden sich die Höfe und Nebensonnen, und im Allgemeinen deuten sie auf eine Veränderung des Wetters, auf Regen im Sommer, auf Frost im Winter. Der *Stratus* ist eine oben und unten horizontal begrenzte Nebelschicht, welche beim Untergange der Sonne den Himmel am Horizonte umgiebt und nach ihrem Aufgange wieder verschwindet. Es gehören hierher die niedrigen Nebelschichten über den Polarmeeren. Bisweilen entsteht aus ihnen der *Cumulus,* der in sehr verschiedenen Formen auftritt, bald Gebirgen gleichend, bald Halbkugeln bildend. Sie entstehen beim Aufgange der Sonne, häufen sich immermehr an, je höher diese steigt und verschwinden bisweilen bei ihrem Untergange. Gerade diese Wolken sind es, welche die Dichter so oft schildern und deren seltsame Formen uns oft die sonderbarsten Naturspiele, Thiere und dergleichen, zeigen, welche dem Aberglauben reiflichen Stoff bieten, indem eine lebhafte

Phantasie in den phantastischen Gestalten leicht das findet, was sie sucht.

Auf dieser Unterscheidung der Wolken nach ihrer verschiedenen Form ist übrigens kein grosses Gewicht zu legen, zumal sie jedenfalls lückenhaft ist; so schliesst sie z. B. die eigentliche Regenwolke, den *Nimbus*, nicht in sich. Bei eintretendem Regenwetter nämlich zeigt sich am Horizonte eine mehr oder weniger dunkle, dichte und gleichförmige Wolkenmasse mit einem faserigen Rande. Die Gewitterwolken haben ebenso einen eigenthümlichen Charakter; der Blitz und der Hagel kommt in der Regel aus schwarzen oder schieferfarbigen Wolken, die am Rande wie zerzaust aussehen. Der Landmann kennt diese sehr wohl aus Erfahrung und sieht sie mit Besorgniss über seine eine reiche Erndte versprechenden Felder heranziehen.

A. v. Humboldt schreibt mit Recht der grösseren oder geringeren Wolkenmenge einen wesentlichen Einfluss auf das Klima und auf die Pflanzenwelt eines Landes zu. Er macht darauf aufmerksam, wie die ungehinderte Einwirkung der Sonnenstrahlen bei sonst gleichem Thermometerstande, bei unbedecktem Himmel die Trauben zeitigt und in dem Gewebe (Parenchyma) der Gewächse Wärme erzeugt. Für den Bau mancher Pflanzen, welche eine directe Einwirkung der Sonnenstrahlen erfordern, ist eine gewisse Entfernung von der Küste ein wesentliches Erforderniss. Die genauesten Berechnungen der mittleren Sommertemperatur geben uns keinen vollständigen Aufschluss darüber, warum es so schwer hält an der Nordseite oder an einer nebeligen Küste nicht sowohl den Bau des Weinstockes zu betreiben, sondern einen trinkbaren Wein zu erzielen; denn dieselbe Menge der mittleren Sommerwärme kann sich auf die Monate Juni, Juli und August auf sehr verschiedene Art vertheilen. Bei dem Weinstocke kommt es namentlich auf die Temperatur und den Feuchtigkeitszustand der Luft zur Zeit der Blüthe und der Reife an, wenn die Weinlese gut werden soll.

NEUNTES CAPITEL.

Von dem Schnee, Hagel und Regen.

In dem mittleren Theile unserer gemässigten Zone fällt der Schnee im Allgemeinen, wenn das Thermometer einige Grade über Null, noch häufiger aber einige Grade unter Null steht; weiter nach Norden hin tritt die Erscheinung selbst noch bei den niedrigsten Temperaturen ein. Im Jahre 1838 erlebte die französische Expe-

dition in Norwegen zu Bosekop bei einer Kälte von — 20°,6 einen sehr starken Schneefall. Auf hohen Gebirgen fällt häufig, fast täglich Schnee; er trägt zu der Bildung der Gletscher bei und bildet ungeheuere Flächen, welche niemals ganz schmelzen. Die nördlichen Gegenden und Polarmeere sind, so weit man sehen kann, ganze Monate lang mit einer mehrere Fuss dicken Schneeschicht bedeckt.

Die Theorie der Schneebildung steht eigentlich noch auf schwachen Füssen; denn man weiss noch nicht, ob der Wasserdunst bei einem plötzlichen Niederschlage zunächst zu Regentropfen condensirt wird, oder ob er unmittelbar in Eisflimmer übergeht, aus deren Vereinigung dann der Schnee sich bildet. Ebenso ist man darüber noch nicht einig, ob die Schneeflocken sich gleich von Anfang an so gestalten, wie wir sie fertig sehen, oder ob vielmehr die allerersten Eisstückchen sich beim Herabfallen durch die Luftschichten untereinander vereinigen und sich aneinander ansetzen. Kepler schildert voller Bewunderung die verschiedenen Figuren der Schneeflocken; nach Scoresby lassen sich die unzähligen und interessanten Formen derselben auf fünf Grundformen zurückführen; alle Krystalltheile schliessen sich unter Winkeln von 30,60 und 120 Grad aneinander an.

Die meisten Reisenden haben von den in den nördlich gelegenen Ländern so häufigen Schneestürmen, welche ganze Nomadenstämme in Gefahr bringen und bisweilen mit ihren Heerden unter mächtigen Schneeschichten begraben, Schilderungen geliefert; solche Unglücksfälle kommen indessen nicht blos in diesen Gegenden vor. Bereits oben im 6. Capitel dieses Abschnittes haben wir einen hierher gehörigen Fall erwähnt, welcher 1827 in der Kirghisensteppe sich ereignete; wir schliessen hier noch ein ähnliches, wenn auch nicht so schreckliches Beispiel aus einer weit südlicher gelegenen Gegend an. Am 8. Januar 1848 wurde nämlich auf dem Wege von Aumale nach Algier auf den Höhen von Sak-Hamoudi ein Traintransport von einem Schneesturme überfallen, welcher die Maulthiere in die Bergschluchten hinabstürzte und in noch nicht einer Viertelstunde von den 44 Mann, welche den Transport begleiteten, vierzehn tödtete.

Am 29. November 1849 fiel zu Rom einen halben Fuss hoch Schnee, der jedoch im Laufe des Vormittags wieder schmolz; zwischen 10 und 11 Uhr verspürte man eine Erderschütterung. Das Jahr 1850 machte sich in ganz Europa durch eine ungewöhnlich grosse Schneemenge bemerkbar. Auf dem St. Bernhard lag der Schnee 45 Fuss hoch, und die Mönche mussten einen förmlichen Tunnel durch die Schneemassen graben, um aus ihrem Hospiz zu kommen. In Griechenland war die ganze Umgegend von Athen über 3 Fuss hoch mit Schnee bedeckt, ein Ereigniss, dessen sich

die ältesten Leute nicht entsinnen konnten: der Hymettus, Pentelikon und Parnass bildeten mit ihrer Umgebung weithin ein wellenförmiges, weisses Tuch. In den Strassen von Neapel, in den Ardennen, zu Luxenburg, auf Corsika und zu Constantinopel fiel Schnee in Menge; Tage lang war jede Verbindung unterbrochen und eine grosse Menge Menschen erfroren unterwegs.

Mischt man 6 Theile Schnee mit 8 Theilen Chlorkalk, so erhält man augenblicklich eine ungeheuere Kälte, welche in 13 Secunden 20 Pfund Quecksilber zum Gefrieren bringt, wozu eine Kälte von — 40° erforderlich ist. Trotzdem trägt der Schnee zur Beförderung der Tragfähigkeit des Bodens wesentlich bei und die Erndten fallen schlecht aus, wenn kein eigentlicher Winter gewesen ist. In den nördlich gelegenen Ländern schützt er die Bäume und Pflanzen überhaupt gegen Frost, anstatt sie zu beschädigen. In den Memoiren der Academie der Wissenschaften zu Paris finden sich mehrere Stellen, aus denen hervorgeht, dass sich Reisende durch Eingraben in Schnee vor dem Erfrieren geschützt haben; ebenso machen sich in dem hohen Norden die Thiere förmliche Höhlen in den hohen Schneeschichten.

Starke Schneefälle äussern auf manche, namentlich nervös reizbare Personen, einen entschiedenen Einfluss. Die blendende Weise des Schnees kann den Augen sehr gefährlich werden. Die Grönländer, Eskimos, Lappländer, die Bewohner Sibiriens sind mit Augenentzündungen sehr geplagt; fast Niemand bleibt bei ihnen ganz verschont. Wie man behauptet, reichen wenige Minuten aus, um blind zu machen; so erzählt man auch, dass mehrere Soldaten des Cyrus davon plötzlich blind wurden. Ein Gazeschleier schützt die Augen gegen diese schlimme Schneestrahlung.

Bereits an einer anderen Stelle haben wir schon erwähnt, dass Schneewasser sich nicht zum Trinken eignet, und dass es jedenfalls üble Folgen nach sich zieht, wenn es in grösserer Menge genossen wird; dessenungeachtet ist in Norwegen der Verbrauch desselben sehr verbreitet und, wie es scheint, ohne nachtheilig zu wirken. Quell- und Flusswasser, welches eine gewisse Menge von Salzen und Luft hält, scheint uns das einzig gesunde zu sein. Deshalb darf man jedoch dem Schneewasser die Kröpfe und den Cretinismus in den Alpenthälern, namentlich Tyrols, nicht zuschreiben, sondern die Veranlassung oder die Veranlassungen hierzu hat man wohl in mehreren nachtheilig wirkenden Umständen gleichzeitig zu suchen, nämlich in nicht oft genug erneuerter Luft, in schwacher Einwirkung oder wohl gar Mangel des Sonnenlichts, in schlechter Nahrung und endlich in Vererbung, ohne dass wir damit geradezu das Wasser, welches von geschmolzenem Schnee herrührt, keine Luft und namentlich

kein Jod enthält, aus der Reihe der diese schrecklichen endemischen Krankheiten erzeugenden Ursachen ausschliessen wollen.

Glatteis und Graupeln.

Das Glatteis, welches man in Paris in jedem Winter an ein paar Tagen erlebt, entsteht aus einem feinen Regen, der durch die Kälte des Erdbodens unmittelbar gefriert. Zur Bildung desselben ist also weiter nichts erforderlich, als dass die Luft zum Regnen warm genug und die Erde zum sofortigen Gefrieren kalt genug ist. Das Glatteis ist nur von kurzem Bestande, da das Gleichgewicht zwischen der Temperatur der Erde und der Luft sich bald herstellt. Die Graupeln, welche bisweilen und vorzugsweise im März und April fallen, bestehen aus gefrorenem Wasser, sind meist vollkommen rund, selten mit einzelnen Hervorragungen versehen und haben 1, höchstens 2 Linien im Durchmesser. Die Körner sind schneeweiss, undurchsichtig und nehmen bei grösserer Dicke einen dünnen Eisüberzug an. Ihre Bildung scheint mit der des Hagels auf denselben Principien zu beruhen, so dass Graupeln und Hagel nur in Hinsicht des Volumens verschieden wären.

Hagel.

Der Hagel gehört zu den Naturerscheinungen, welche theils wegen des Dunkels, in welches seine Bildung gehüllt ist, theils wegen der Verwüstungen, die er anrichtet, die Naturforscher mit am meisten beschäftigt haben. In unseren Gegenden überschreiten die Hagelkörner nicht leicht die Grösse einer Erbse oder einer Haselnuss, auch sind sie, ausser wenn sie in Menge fallen, nicht gerade gefährlich; es giebt aber doch Fälle, wo die Grösse derselben sehr bedeutend gewesen ist; auch vergeht nicht leicht ein Jahr, ohne dass man von schrecklichen Verwüstungen durch Hagelschlag hörte. Nach Halley fielen am 9. April 1697 in Flintshire Hagelkörner von mehr als 10 Loth Gewicht; am 4. Mai desselben Jahres fand Taylor in Stratfordshire Körner von über 11 Zoll Umfang; Parent sah am 15. Mai 1703 in Perche faustgrosse Hagelstücke; Tressan sammelte am 11. Juli 1753 zu Toul Körner von über 3 Zoll Durchmesser. Musschenbroeck fand zu Utrecht 1736 mehrere Hagelkörner von der Grösse eines Taubeneies; einige, die aus mehreren zusammengebacken waren, erreichten sogar die eines Hühnereies. In der Nacht vom 19. zum 20. August 1787 wurde Como und seine Umgegend von Hagel verwüstet, dessen Stücke theilweise 18 Loth wogen. Am 7. Mai 1822 fand Nöggerath zu Bonn 24 bis 27 Loth schwere Hagelkörner; zu Randerath waren einige sogar ein Pfund schwer. Am 5. October 1831 fielen zu Constantinopel faustgrosse Stücke. Ende October 1844 sah man

während eines fürchterlichen Sturmes, der das südliche Frankreich verwüstete, über 10 Pfund schwere Hagelstücke; namentlich wurde die Stadt Cette schrecklich mitgenommen: Menschen wurden vom Sturme fortgeführt, Wände umgeschmissen und Schiffe gingen unter. Am 15. Juni 1829 wurden zu Cazorta die Dächer von über 4 Pfund schweren Stücken zerschlagen; in Ungarn soll am 8. März 1802 Hagel von über 3 Fuss Länge und Dicke gefallen sein. Im Mai 1847 tödtete der Hagel in der Nähe von Mosul mehrere Menschen und eine grosse Anzahl von Thieren, z. B. Füchse und Gazellen. Man erzählt sogar, dass unter der Herrschaft Tippo-Saheb's Hagel von der Grösse eines Elephanten gefallen sei. Diese Angabe würde man geradezu für eine Lüge oder wenigstens für eine Uebertreibung halten müssen, wenn nicht ein zweites vollständig beglaubigtes Beispiel angeführt werden könnte. Der Missionär Huc vom Orden des Heiligen Lazarus, der in der Tartarei, Thibet und China thätig war, erzählt nämlich, dass es in der Mongolei häufig hagele und dass die Körner daselbst oft eine ungeheuere Grösse erreichten: wir sahen Hagelkörner von 12 Pfund Gewicht; nur wenige Augenblicke genügten bisweilen um ganze Heerden zu vernichten. 1843 hörte man während eines heftigen Unwetters ein schreckliches Windbrausen und bald darauf fiel nicht weit von unserer Wohnung ein Eisstück von der Grösse eines Mühlsteines herab. Man zerhieb es mit Aexten und es dauerte, obgleich sehr warmes Wetter war, drei Tage, ehe es ganz zerschmolzen war.[36])

Man hat behauptet, dass es nie des Nachts hagele; doch dem ist nicht so. Im Allgemeinen scheinen die Hagelwetter allerdings zur Zeit der grössten Tageswärme, namentlich zwischen 11 Uhr Vormittags und 5 Uhr Nachmittags, sich einzustellen. Die Vertheilung der Hagelwetter auf die vier Jahreszeiten ist nach den Ländern sehr verschieden. Kämtz hat, indem er aufs Jahr 100 Hageltage rechnete, folgendes Zahlenverhältniss gefunden:

	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
England	45,5	29,5	3,0	22,0
Frankreich	32,8	39,4	7,0	20,7
Deutschland	10,3	46,7	29,4	13,6
Russland	9,9	35,5	50,6	13,0

Hieraus sehen wir, dass es in England selten im Sommer hagelt, dass dies vorzugsweise im Winter geschieht, und dass dann der Frühling und zuletzt der Herbst kommt; dass es in Russland umgekehrt gerade im Sommer am häufigsten hagelt, weniger oft im Frühlinge und noch seltener im Herbste. Es scheinen indessen diese Resultate nicht ganz zuverlässig zu sein; jedenfalls dürften sie für Frankreich nur mit Vorbehalt gelten. Es fällt hier nämlich der

Hagel gewöhnlich bei Gewittern und zur Zeit der grössten Wärme, die Gewitter aber treten, wenngleich die verschiedenen Gegenden Frankreichs hierin wesentliche Verschiedenheiten zeigen, häufiger im Sommer auf, als zu anderen Jahreszeiten. Im östlichen und nördlichen Frankreich wittert es vorzugsweise im Juni, Juli und August; im Westen und im Innern gilt im Ganzen genommen dasselbe. Es steht fest, dass namentlich im Sommer die Thäler der Rhone, Seine und Gironde am häufigsten und am ärgsten vom Hagelschlag betroffen werden.

Wenn es hagelt, regnet es oft auch gleichzeitig und fast immer geht Regen voran. Die Hagelwolken haben an ihren Rändern ein zerrissenes Ansehen und sind von grauer, selbst schwärzlicher Farbe. Jedenfalls sind sie sehr dicht, denn die Dunkelheit, welche sie auf einmal verbreiten, gilt den Landleuten als ein gefährliches Anzeichen. Ihre Höhe pflegt nicht bedeutend zu sein, wofür auch bei ihnen das schnelle Eintreten des Donners nach dem Blitze spricht; man hat selbst bisweilen von hohen Bergen aus unter sich die Hagelwolken entstehen sehen. Obgleich die Hagelwetter in der Regel nur wenige Minuten, selten eine Viertelstunde, dauern, fällt der Hagel doch meistens in solcher Masse, dass die Erde damit dicht bedeckt ist. Bisweilen sind die Verwüstungen auf enge Grenzen, wohl gar nur auf eine einzelne Feldflur beschränkt, so dass die benachbarten Fluren verschont bleiben; oft jedoch erstrecken sie sich auf einen Raum von mehreren Meilen. Am 23. Juni 1852 suchte ein solches Wetter mehr als zwanzig Gemeinden des Departements Gers heim; an manchen Stellen fand man die Körner in ungeheuerer Menge, bis zu 3 Fuss hoch, aufgeschichtet; allenthalben hatte der Hagelschlag die Erndten zerstört und kein Halm war stehen geblieben. Das Gewitter, welches am 17. Juli 1852 gegen 6 Uhr Abends über dem Bezirke von Chaumont, im Departement Ober-Marne, sich entlud, zog durch einen Raum von 12 Meilen Länge und einer Meile Breite; die Getreidefelder, die Weinberge und fast alle Bäume waren von den ungemein grossen Hagelkörnern zerstört. Dasselbe Gewitter hauste im Departement Aisne, entwurzelte Bäume, stürzte Bauerhäuser um, tödtete mehrere Personen und vernichtete in wenigen Secunden durch den Sturm und Hagel die Erndte total.

Das schrecklichste Hagelwetter unter allen, von denen Nachrichten auf uns gekommen sind, scheint das gewesen zu sein, welches am 13. Juli 1788 Frankreich und die Niederlande verwüstete. In den Pyrenäen begann es und an der Ostsee scheint es ein Ende genommen zu haben. Es zog gleichzeitig in zwei parallelen, über eine Meile breiten Streifen fort; der eine nahm seine Richtung im Ganzen von Amboise nach Malines, der andere von der Mündung des Indre

nach Gand. Die Geschwindigkeit betrug $8^1/_4$ Meile in der Stunde. Das Hagelwetter hielt nirgends länger als 8 Minuten an; die Hagelkörner, von denen einige rund, andere eckig und länglich waren, wogen zum Theil ein halbes Pfund. In Frankreich waren 1039 Gemeinden verwüstet, und der Schaden wurde nach officiellen Ermittelungen auf 24690000 Frk. geschätzt.

Warum werden manche Länder so oft von dieser Plage heimgesucht, während andere fast gänzlich von ihr verschont bleiben? Die Antwort hierauf scheint ihre besonderen Schwierigkeiten zu haben. Scheuchzer versichert, dass in den Cantonen Glarus und Wallis wohl 20 Jahre hintereinander ohne Hagelwetter vergehen. Zwischen dem Mont-Dore und dem Puy-de-Dôme hat es in 23 Jahren nur ein einziges Mal gehagelt. Nach v. Buch hagelt es in den Thälern, in welchen Kröpfe und der Cretinismus zu Hause sind, selten, wenn dies auch an der Thalmündung etwas sehr gewöhnliches ist. Es ist dies Zusammentreffen indessen wohl nur reiner Zufall und ein nothwendiger Zusammenhang möchte sich nicht leicht nachweisen lassen. Dass es an hochgelegenen Stellen sehr oft hagele, scheint eine ausgemachte Sache zu sein: de Saussure erlebte in Zeit von 13 Tagen, die er auf dem Col du Géant zubrachte, elfmal Hagel oder Graupeln. Unter dem Schnee, welcher den Gipfel des Montblanc bedeckt, findet man viel Hagelkörner. Dasselbe beobachtete Herr auf dem Mont-Rosa und auf den Glarner Gletschern, ebenso Ramond auf dem Pic du Midi in den Pyrenäen. Es hat ferner den Anschein, als ob die Thäler verschont blieben, während es auf den einschliessenden Höhen hagelt, oder als ob hier nur grosse Tropfen fielen, die man dann als geschmolzene Hagelkörner anzusehen hätte. Hiernach würde man die Gebirge gewissermassen als Hagelableiter ansehen können, ähnlich dem Verhältnisse zwischen hervorragenden Spitzen und der Elektricität.

Hagelwetter sind unter den Tropen zwar sehr selten, doch fehlen sie daselbst keineswegs gänzlich. Clapperton und der Major Denham haben im Innern Afrikas Hagel fallen sehen, von Humboldt zu Caracas und von Heyne zu Mysore. Am 17. August 1830 fiel zu Mexico Hagel in solcher Menge, dass er den Pferden weit über die Knöchel ging. Nach Chanvallon ereignete sich 1721 zu allgemeinem Entsetzen ein Hagelwetter auf Martinique; aber seit Anfang dieses Jahrhunderts hat sich dies Ereigniss bereits drei Mal daselbst wiederholt: am 28. Februar 1849 sah Deville daselbst Hagel in Menge fallen, welcher das Zuckerrohr zerknickte und alle Pflanzen zerstörte; einer Person wurde durch ein Hagelkorn von der Grösse eines Taubeneies die Backe aufgerissen. Dies Unwetter kam aus der Richtung von Canada mit Nord-Nord-West-Winde und Tags vorher war das Thermometer um 18°C. auf eine

so niedrige Temperatur, wie dies im Niveau des Meeres, auf den Antillen, sonst gar nicht der Fall ist, herabgegangen.*) Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass man die Seltenheit des Hagelns in der heissen Zone dem zuschreiben muss, dass die Körner beim Herabfallen in die niederen und warmen Schichten der Atmosphäre schmelzen.

Descartes nimmt in seiner Schrift über die Meteore an, dass der Hagel aus Schneeflocken entstehe, welche durch die Kälte verhärtet sind. Diese Erklärung scheint jedenfalls für die Graupeln, welche sich zur Zeit der Tag- und Nachtgleichen und bei den dann herrschenden heftigen Winden einstellen, die einfachste und naturgemässeste zu sein. Bis zu einem gewissen Punkte kann man auch die Hagelkörner als Schneeflocken ansehen, welche sich vereinigen und entweder durch Krystallisation, oder durch einfache Aneinanderlagerung zusammenbacken. A. v. Humboldt sucht die Ursache der Hagelbildung in einem bis zu bedeutender Höhe aufsteigenden Luftstrome und in der starken Abkühlung, welche die Luft dann durch ihre Ausdehnung und Verdünnung erleidet, und zwar sollen dann die herabfallenden Körner dadurch an Volumen zunehmen, dass sie durch Verdunstung sich abkühlen und hierdurch verhältnissmässig mehr Wasserdunst aus den Schichten, durch welche sie fallen, condensiren und zum Gefrieren bringen, als sie durch ihre Verdunstung verloren haben. Aber wie will man hieraus die Bildung von Massen so gross wie Mühlsteine erklären? In grossem Ansehen stand Volta's Theorie und, ungeachtet gewichtige Ausstellungen an derselben gemacht werden können, scheint sie doch immer noch bei einer grossen Zahl der Naturforscher Beifall zu finden und als einzig richtige zu gelten.

Nach demselben bewirken die Sonnenstrahlen, wenn sie auf die obere Fläche einer sehr dichten Wolke treffen, eine schnelle Verdunstung, mit welcher dann eine Kälte verbunden ist, die mehr denn ausreichend erscheint, um Wasser zum Gefrieren zu bringen. Nimmt man nun unter diesen Umständen an, dass die fest gewordenen Tropfen sich zwischen zwei entgegengesetzt elektrischen Wolken befinden, so fallen die kleinen Eiskörner auf die untere Wolke, erhalten hier einen neuen Eisüberzug, gerathen dabei aber zugleich in den elektrischen Zustand dieser Wolke, werden folglich von ihr abgestossen und von der oberen Wolke wieder angezogen. Das Hin- und Herfliegen der Hagelkörner zwischen den beiden Wolken, wobei sie durch immer neue Eislagen an Grösse zunehmen, geht so fort, bis die Elektricität der Wolken erschöpft ist, oder es kann auch sein, dass der Wind die Körner soweit seitwärts treibt, dass sie ausserhalb

*) *Académie des sciences de Paris*, 14. mai 1849.

des Anziehungsbereiches der Wolken kommen; dann fallen natürlich die Körner in Folge ihres Gewichtes unaufhaltsam zur Erde hernieder.

Volta's geistreiche Theorie stützt sich auf das bekannte physikalische Gesetz, dass gleichartig elektrische Körper sich abstossen und entgegengesetzt elektrische sich anziehen, dass folglich leichte Körper zwischen zwei Körpern, von denen der eine elektrisch ist, der andere eine Ableitung besitzt, hin- und herfliegen müssen. Wir haben diesen Hergang bei dem bekannten elektrischen Glockenspiele; im vorliegenden Falle ist aber der sogenannte Erbsentanz noch bezeichnender, weshalb man das Experiment wohl auch den elektrischen Hagel genannt hat. Verschliesst man nämlich einen Glascylinder von 3 bis 4 Zoll Durchmesser oben und unten mit einer Metallplatte; legt man auf die untere einige Kugeln von Kork oder Hollundermark, und setzt die obere durch eine Kette mit den Conductor einer Elektrisirmaschine in Verbindung, während die untere mit einer Ableitung nach der Erde versehen ist; so hüpfen die Kügelchen zwischen den beiden Metallplatten hin und her, so lange die obere elektrisch bleibt.

Man hat an dieser Theorie manche und zum Theil sehr wichtige Ausstellungen gemacht. Dass die blosse Verdunstung an der oberen Wolkenschicht eine Kälte erzeugen könne, durch welche das Wasser bis zum Gefrieren gebracht würde, ist nicht recht denkbar. Müsste nicht ein Hagelkorn durch sein eigenes Gewicht gleich durch die untere Wolke hindurchfallen, selbst wenn man es kleiner annimmt, als wir die Körner bei den gewöhnlichen Hagelwettern finden? Ist das schon schwer begreiflich, dass die kleinen Körner hin- und herfliegen sollen, wie steht es dann mit Körnern von einigen und sogar von mehreren hundert Pfunden? Mag man nun das Gefrieren des Wassers in den höheren Regionen der Luft aus einer plötzlichen Verdunstung oder aus einem lebhaft aufsteigenden Luftstrome erklären; mag man zwei entgegengesetzt elektrische Wolkenschichten zu Hilfe nehmen oder nicht: man kommt in jedem Falle auf ernste Bedenken, und so wird die Erklärung dieser wichtigen Erscheinung unstreitig noch lange Zeit unübersteigliche Hindernisse darbieten, wofern man nicht annimmt, wie es höchst wahrscheinlich sein wird, dass diese gefrorenen Wassermassen, welche bisweilen die Grösse von Elephanten und Mühlsteinen erreichen, unserer Atmosphäre ganz fremde Producte sind, deren Ursprung dem der Aerolithen (Meteorsteine) gleich sein dürfte.[37])

Regen.

Wenn die durch Kälte niedergeschlagenen Bläschen der Wolken sich in Tröpfchen vereinigen, welche schwerer sind als die Luft, so

dass sie nun zur Erde herabfallen, so regnet es. Bisweilen sieht man jedoch eine Wolke ganz entschieden regnen, ohne dass der Regen zur Erde gelangt; dann hat derselbe unten warme und nicht mit Dunst gesättigte Luftschichten angetroffen und ist wieder in Dunstbläschen übergegangen, oder er ist auf warme Luftströmungen getroffen und durch diese wieder in Dunst verwandelt und fortgeführt. Dies sind jedoch Ausnahmefälle; in der Regel nehmen die Regentropfen durch die Feuchtigkeit, welche sie in den Luftschichten, die sie durchfallen, antreffen, noch an Grösse zu. So betrug die auf dem Hofe des Observatoriums zu Paris von 1817 bis 1827 gefallene Regenmenge jährlich 22 Zoll, während die auf der 86 Fuss höher gelegenen Terrasse gesammelte nur 19 Zoll erreichte. Diese Regenmenge ist übrigens seit 130 Jahren ziemlich unverändert geblieben. Die Regenmenge verhielt sich in der unteren Station zu der oberen im Winter wie 1000 zu 834, im Frühlinge wie 1000 zu 872, im Sommer wie 1000 zu 927, im Herbste wie 1000 zu 869. An mehreren Städten, namentlich zu Metz, London, Penzance, Kopenhagen u. s. w. hat man ganz entsprechende Resultate erhalten.[38]) Als von Humboldt am 16. September 1802 zu Cumana, wo der Regen in Strömen stürzte, zwei cylindrische Regenmesser, von denen der eine 22 Fuss höher als der andere stand, aufstellte, fand er in dem oberen 6,7 und in dem unteren 7,5 Linien. Heberden erhielt ebenso einen entschiedenen Unterschied schon bei einer Höhe von 15 Fuss. Aus ganz zuverlässigen Beobachtungen hat sich ergeben, dass auf den Cordilleren de los Andes in einer Stunde zwei bis dreimal mehr Regen fällt, als im Niveau des Meeres. Aus anderen Beobachtungen könnte man nun zwar den Schluss ziehen, dass es auf manchen Gebirgen mehr als in den Thälern regne; allein bei genauerer Betrachtung findet sich, dass, wenn auch die Zahl der Regentage in der Höhe grösser ist, die in Zeit von einem Jahre gefallene Menge des Regens doch geringer ausfällt.

Um die Menge des in einem Lande oder in einer Stadt gefallenen Regens zu messen, bedient man sich besonderer Instrumente, die man Udometer, Umbrometer, Pluvimeter oder Regenmesser nennt. Gewöhnlich sind diese Apparate höchst einfach; meistens bestehen sie aus einem quadratischen Blechgefässe, welches $^1/_2$ bis 1 Quadratfuss im Querschnitte hat, und auf welchem ein zweites Gefäss mit trichterartigem Boden aufgesetzt wird. Die Oeffnung des Trichters führt das Wasser, welches in Form von Regen in das oben offene Gefäss hineinfällt, in den Behälter und an einer Glasröhre, welche mit dem Innern des letzteren in Verbindung steht, kann man stets den Stand des Wassers ablesen. Auch hat man bloss das Gefäss; verschliesst dann aber das Trichterrohr mit einem Hahne und lässt das Wasser, welches sich gesammelt hat, in ein besonderes

Maass ab. Flaugergues construirte ein sehr sinnreiches Udometer, welches sich um seine Axe dreht und seinen Inhalt in acht den Hauptwinden entsprechende Abtheilungen ergoss, so dass man nicht nur die Regenmenge im Ganzen, sondern auch die den einzelnen Winden zukommenden Mengen ermitteln konnte. Das Wasser, welches aus dem geschmolzenen Schnee entsteht, bestimmt man auf dieselbe Weise.

Die häufigste Art, wie Regen entsteht, ist die Vermischung verschieden warmer Luftmassen; sind nämlich beide mit Dünsten gesättigt, so kann bei der durch die Vermischung erzeugten Temperatur nicht mehr die ganze Dunstmenge im Dunstzustande verbleiben, sondern ein Theil muss sich niederschlagen. Somit stellen sich die Winde und überhaupt die Luftströme als die eigentlichen Regenerzeuger heraus. Nach Fresnel kann auch durch die Wärmeausstrahlung der Wolken sowohl nach dem Himmel, als nach der Erde zu, Regen erzeugt werden, indem bei anhaltendem Wärmeverluste der Wasserdunst sich condensirt und niederschlägt. Warme, aufsteigende Luftströme führen bekanntlich Wasserdünste weit empor in die Atmosphäre; die kalten Luftschichten werden dadurch bald gesättigt, und so entstehen zunächst Wolken und dann Tröpfchen. Bedenken wir ferner, dass Luft, wenn sie zusammengedrückt wird, sich erwärmt und bei Ausdehnung in einen grösseren Raum sich abkühlt, so ist klar, dass oben in der Atmosphäre die Luft, da sie daselbst viel dünner ist, kälter sein muss und folglich nicht dieselbe Menge Dunst aufzunehmen vermag, als die dichtere unten. Wir sehen dies sehr deutlich bei der Luftpumpe; denn wenn der Recipient mit Feuchtigkeit gesättigte Luft enthält, so bildet sich gleich nach dem ersten, verdünnenden Kolbenstosse eine Wolke und bei fortgesetztem Auspumpen etwas Regen. Es kann sich auch ereignen, dass das Gleichgewicht zwischen Luftschichten von verschiedener Temperatur gestört wird und dass in Folge hiervon eine plötzliche Condensation des Wasserdunstes eintritt; dann schneit oder regnet es bei sonst ganz heiterem Himmel, aber nach wenigen Minuten ist alles wieder vorbei. Der Abendthau, welcher so oft unmittelbar nach Sonnenuntergang fällt, entsteht auf diese Art. In einer Abhandlung über die Vertheilung des Regens hat von Gasparin die verschiedenen Arten, wie eine Condensation der in der Luft enthaltenen Wasserdünste herbeigeführt werden kann, auf folgende Weise classificirt: 1) durch Wärmeausstrahlung der Wolken; 2) durch Vermischung von Dünsten verschiedener Temperatur; 3) durch Aufsteigen von Dünsten in die Luft; 4) durch Zunahme des atmosphärischen Druckes und 5) durch Ansammlung der Dünste vor einem entgegenstehenden Hindernisse.

Vertheilung des Regens auf der Oberfläche der Erde.

Die jährlich fallende Regenmenge ist nach den verschiedenen Gegenden der Erde sehr verschieden, wie aus folgender Tabelle hervorgeht.

Tabelle über die Vertheilung des Regens.

	Par. Zoll.		Par. Zoll.
Matouba (Guadeloupe)	260,00	Lyon	32,87
Cap Francais (St. Domingo)	113,75	Liverpool	31,75
Basse-Terre (Guadeloupe)	111,50	Manchester	31,00
La Grenade (Antillen)	104,80	Venedig	30,00
Tivoli (St. Domingo)	100,80	Lille	28,00
Carfagnana	92,00	Mühlhausen	28,00
Bombay	76,75	Utrecht	27,00
Calcutta	75,65	Rom	25,85
Kendal	57,58	Strassburg	25,50
Genua	51,67	La Rochelle	24,38
Charlestown	48,00	Bologna	24,38
Joyeuse	47,61	Bordeaux	24,00
Pisa	45,75	London	23,37
Mailand	35,46	Paris	21,00
Neapel	35,00	Marseille	17,35
Dover	35,00	St. Petersburg	17,00
Viviers	34,00	Bergen	83,13

Es bedarf nur eines Blickes auf diese Tabelle, um sich zu überzeugen, dass die Regenmenge in der heissen Zone beträchtlicher als in der gemässigten ist, so dass man als allgemeines Resultat hinstellen kann, dass dieselbe von dem Aequator nach den Polen zu abnimmt, wenn gleich dies nur im Grossen und Ganzen als richtig anzusehen ist. Es finden sich nämlich bisweilen in nicht weit auseinander liegenden Gegenden Abweichungen von dieser Regel, ohne dass man immer den Grund dafür anzugeben vermöchte, und ein allmäliger Uebergang findet durchaus nicht statt. So beträgt z. B. die Regenmenge zu Strassburg 25,50 par. Zoll und zu Metz nur 17,75. In Europa regnet es gewöhnlich bei Westwinden, also bei Winden, die vom Meere herkommen; in den Gegenden, in welchen Ostwinde herrschen, welche vom Festlande herwehen, ist der Regen nicht so häufig. In Schweden regnet es jedoch auch bei Ostwinden, da diese hier über die Ostsee gegangen sind.

Dass Winde, welche vom Festlande kommen, trocken sind, ist eine ausgemachte Sache; daher nimmt in Europa die Regenmenge ab, je weiter man sich von der Meeresküste entfernt. An der Westküste Eng-

lands beträgt die jährliche Regenmenge 35 par. Zoll, im Innern nur 24; an den Küsten Frankreichs und Hollands 25, im Innern nur 24. Ein gleiches Resultat erhält man, wenn man die Regentage zählt, welche auf ein Jahr kommen: in England 152, in Frankreich 147, in Niederdeutschland 141, in Ofen 112, in Kasan 90 und im Innern Sibiriens nur 60. Wir müssen hierbei jedoch bemerken, dass zwischen den Regentagen und der Regenmenge kein nothwendiger Zusammenhang zu erwarten ist; in den Tropengegenden würde eine solche Beziehung ganz falsch sein und selbst in den gemässigten Zonen findet nicht immer eine Uebereinstimmung statt, da oft starke Regengüsse eintreten, die eine grosse Regenmenge liefern, auf die dann aber eine grosse Zahl heiterer Tage folgt.

Der Regen scheint dem Anscheine nach, wie die Mehrzahl der meteorologischen Phänomene, bei oberflächlicher Untersuchung gar keiner Regel zu folgen, und bald klagt man in demselben Lande über eine Alles zerstörende Dürre, bald über zu grosse Feuchtigkeit und zu reichlichem Regen; es stellt sich indessen bei näherer Untersuchung bald heraus, dass unter den Tropen und selbst in unseren so veränderlichen Klimaten die Regenmenge, wenn auch nicht in jedem Jahre, so doch in einem Zeitraume von je 5 Jahren ziemlich dieselbe bleibt. Es zeigt sich dies z. B. an folgender Tabelle, welche die auf dem Observatorium zu Paris von 1817 bis 1838 gefundenen Jahresmittel in Centimetern angiebt.

Jahr.	Auf dem Hofe.	Auf der Terrasse.	Jahr.	Auf dem Hofe.	Auf der Terrasse.
1817	57	51	1828	63	59
1818	52	43	1829	59	56
1819	59	62	1830	64	57
1820	43	38	1831	61	53
1821	65	58	1832	53	45
1822	48	42	1833	59	50
1823	52	46	1834	46	42
1824	65	57	1835	49	44
1825	52	47	1836	71	61
1826	47	41	1837	52	55
1827	58	50	1838	60	52

Jahresmittel: auf dem Hofe 57, auf der Terrasse 50.

Die verschiedenen Länder Europas liefern ganz analoge Resultate und geben, da sich die Ungleichheiten in mehreren Jahren ausgleichen, ein unveränderliches Jahresmittel. Es fehlt indessen auch nicht an Beispielen von Regengüssen, welche die gewöhnlichen Beobachtungen weit hinter sich lassen und an den Regen erinnern,

welcher zur Zeit der Sündfluth herabgeströmt sein muss. Zu Bombay fielen an einem einzigen Tage 6 par. Zoll Regen; zu Cayenne von 8 Uhr Abends bis 6 Uhr früh 10; zu Brüssel am 4. Juni 1839 deren 4; zu Genf in 3 Stunden 6; zu Joyeuse an einem einzigen Tage über 9; zu Vera-Cruz in den Monaten Juli, August, September 36 und im ganzen Jahre 63. Die bei weitem grösste Menge, soweit die meteorologischen Nachrichten in unseren Gegenden reichen, scheint am 25. October 1822, wie es wahrscheinlich ist bei Gelegenheit einer Wasserhose, zu Genua gefallen zu sein, nämlich $30^1/_4$ par. Zoll. Die grösste Regenmenge in der südlichen Erdhälfte ist nach der Angabe von Gibert des Molières in St. Benoit auf Isle de Bourbon am 20. bis 21. December 1844 gefallen, nämlich in 27 Stunden 27 par Zoll.*)

Vertheilung des Regens unter den Tropen.

Unter den Tropen zerfällt das Jahr in zwei Perioden von ganz verschiedenem Charakter: in eine trockne Jahreszeit und in eine Regenzeit. In der ersteren verfliessen bisweilen ganze Monate, ohne dass auch nur eine einzige Wolke am Himmel sichtbar würde. Im Allgemeinen regnet es zur Zeit der Passatwinde gar nicht, oder wenigstens sehr selten, während zur Zeit und in der Region der Windstillen sehr häufig Regen eintritt. Die trockene Jahreszeit entspricht unter den Tropen je nach den einzelnen Gegenden der Zeit, wo die Sonne am weitesten von dem Zenith absteht; da diese aber jährlich zweimal durch das Zenith jeder Gegend geht, so ergeben sich hieraus für gewöhnlich zwei Regenzeiten, die kurze Zeit auf einander folgen oder wohl gar in eine zusammenfallen können, und die nur in der Nähe des Aequators weiter von einander liegen, so dass hier sehr entschieden zwei Regenzeiten und zwei trockene Jahreszeiten auftreten.

In Betreff des Regens gelten unter den Tropen ganz andere Verhältnisse, als in den kalten oder gemässigten Klimaten. Die Sonne geht gewöhnlich bei heiterm Wetter auf; aber um 10 Uhr Vormittags, bisweilen auch früher, bilden sich plötzlich Wolken, welche unter Blitz und Donner und begleitet von den heftigsten Windstössen ganze Ströme von Wasser ausschütten; gegen Abend, wenn die Hitze weniger drückend wird, klärt sich dann der Himmel wieder auf und bleibt in der Regel so die ganze Nacht hindurch. In Peru hat Boussingault eine Ausnahme hiervon gefunden, nämlich dass es in den Andes-Thälern des Nachts häufiger regnet, als

*) Letztere Angabe nach Dove in: Zeitschrift für allgemeine Erdkunde. Neue Folge Bd. II. Hft. 1. Zus. des Uebers.

bei Tage. Seine Beobachtungen, die er an den Goldminen von Marmato, unter 5° 27′ s. Br. und 4543 F. über dem Meere, anstellte, ergaben folgende Resultate: *)

	Bei Tage.		Des Nachts.	
Im October 1827 fielen	15,07	par. Lin. Regen.	66,87	par. Lin.
November - -	7,97	—	92,23	—
December - -	0,89	—	70,43	—

Der Admiral Roussin und noch einige andere Naturforscher haben ähnliche Beobachtungen an anderen Orten gemacht und geglaubt, dass die Nachbarschaft der Gebirge hieran Schuld sei. Allerdings wird man sich hier, wie in höheren Breiten, auf manche Unregelmässigkeiten gefasst machen müssen; es kommt aber darauf an, das Regelmässige festzustellen, und man wird sich also an die allgemeinen Resultate zu halten haben. Die Richtung der Winde und ihr vorherrschendes Auftreten, Nähe oder Entfernung von der Meeresküste bedingen Abweichungen, von denen man sich oft nur schwer Rechenschaft geben kann.

Die Regenzeit tritt nicht plötzlich ein, hört auch nicht plötzlich auf. Einen Monat vor ihrem Beginnen fängt die Luft an sich zu trüben, das Hygrometer zeigt eine Zunahme der Feuchtigkeit und am Horizonte bemerkt man Blitze und einzelne Wolken. Dann regnet es auch zunächst nur zeitweise und nur während der heissesten Stunden des Tages; ist aber die Sonne bis zum Zenith gestiegen, so beginnt der Regen bald nach Sonnenaufgang und hält mit ungewöhnlicher Macht bis zum Abende an. Wie sich dann die Sonne wieder vom Zenith entfernt, nimmt auch der Regen wieder ab und fällt blos noch während der heissesten Stunden. Diese Regenzeit ist nicht aller Orten von gleich langer Dauer, und umfasst an manchen Gegenden eine Zeit von drei Monaten, an anderen von fünfen; die Menge des Wassers aber, welche in wenigen Stunden und Monaten fällt, ist weit beträchtlicher, als die eines ganzen Jahres in der gemässigten Zone. Die Tropfen haben eine ungemeine Grösse und der Regen stürzt in solcher Masse und Stärke herab, dass der Regen bei uns gar nicht damit verglichen werden kann.

Die Theorie der so veränderlichen Regen in Gegenden höherer Breiten passt auf die Regen unter den Tropen nicht. Die Regen der Regenzeit erklärt man allein aus einem warmen, feuchten aufsteigenden Luftstrome, der sich an den betreffenden Gegenden einstellt, wenn die Sonne in ihrem Zenith steht; mit weiterem Abstande der Sonne vermindert sich dieser Strom und mit ihm der Regen. Hieraus erklärt sich auch, warum die tropischen Regen an

*) *Comptes rendus de l'Acad. des sc.* 1836. t. II. p. 109.

bestimmte Tagesstunden gebunden sind. Die Dauer der tropischen Regen erscheint somit blos abhängig von der Dauer der Aufnahme in die Gegend der Windstillen, und wird durch die Breite dieser Zone und durch die Grösse der Verschiebung derselben in der jährlichen Periode bedingt. An den Küsten können durch Land- und Seewinde, im Innern durch Gebirge oder Ebenen Modificationen herbeigeführt werden. Die trockene Jahreszeit fällt in die Zeit der Passatwinde, durch welche die Feuchtigkeit nach der Gegend der Windstillen fortgeführt wird. Wo die Passatwinde mit der Zeit der Windstillen wechseln, zeigt sich der Wechsel zwischen der trockenen Jahreszeit und Regenzeit. Da diese Wechsel nicht ein Jahr wie das andere regelmässig eintreten, so folgt hieraus, dass an solchen Gegenden Jahre mit reichen Erndten und Jahre mit vollständigem Misswachse vorkommen müssen. Tritt eine Gegend nie aus den Passatwinden heraus, so wird sie ein beständiges Wetter haben, und so erklärt sich die regenlose Zone in Afrika insbesondere daraus, dass von dem unbedeutenden mittelländischen Meere die Luft nach dem mächtig entwickelten Continente strömt, bei dessen höherer Temperatur die zugeführten Dünste nicht ausreichen, um eine Sättigung herbeizuführen. Dieselben Einflüsse, welche sich bei den Passatwinden geltend machen, kommen auch hier für besondere Localitäten in Betracht, um scheinbare Unregelmässigkeiten zu erläutern.

Die Regenzeit ist für die unter den Tropen gelegenen Länder die Quelle der Fruchtbarkeit und die Grundlage der so vielfach bewunderten, reichen Vegetation; für die Bewohner aber hat diese Zeit auch mannichfache üble Folgen. Gewohnt an eine reichliche Schweissabsonderung leiden sie sehr in der mit Dämpfen übersättigten Luft, da nun die Hautausdünstung ganz still steht. Durch die stickende Hitze werden sie dann über alle Begriffe belästigt; das faulige, sumpfige Wasser erzeugt Miasmen und die, namentlich den Fremden so gefährlichen, schrecklichen Fieber stellen sich ein. Noch nicht acclimatisirte Personen sollten sich daher in die Tropengegenden nur in der trockenen Jahreszeit begeben. Hat man sich erst einige Monate daselbst aufgehalten, so widersteht man den gefährlichen Einflüssen weit eher, die während der Regenzeit mit so grosser Heftigkeit sich geltend machen.

Vertheilung des Regens in mittleren Breiten und in den kalten Ländern.

Die Grenze der periodischen Regen zu beiden Seiten des Aequators kennt man noch nicht genau. Dove nennt diejenigen, welche an der inneren Berührungsgrenze der Passate bei höchstem Sonnenstande durch Aufsteigen der Luft entstehen, überhaupt tropische Regen und versteht dann unter subtropischen im Gegensatze

hierzu die an der äusseren Grenze des Passates durch herabkommende Luftströme bei niedrigstem Sonnenstande eintretenden Regen. Da nun die Stelle, wo die Luft aufsteigt, von der, wo sie herabkommt, nothwendig durch Gegenden getrennt sein muss, über welche die Luft in horizontaler Richtung nach der Auflockerungsstelle hinfliesst, so müssen die beiden Stellen des mächtigen Niederschlages durch eine regenlose Zone getrennt sein, welche in der jährlichen Periode mit jenen und der ganzen Verbreitung des Passats herauf- und herunterrückt. Bei der gegen die Breite der Passatzone nicht erheblichen Grösse der Verschiebung bleibt die Mitte zwischen den Gebieten der tropischen und subtropischen Regen das ganze Jahr hindurch regenlos, und natürlich findet sich von den Rändern zur Mitte hin ein allmäliger Uebergang durch stets abnehmende Regenmengen bis zur vollen Regenlosigkeit. Wegen des weit nördlichen Hinaufgreifens der Monsoons nimmt diese regenlose Zone die Gestalt eines grossen Bogens an, dessen hohle Seite Nordwest zugewendet ist und welcher von dem Meer ohne Wasser, der „Saharabelama," der Araber, durch Ober-Aegypten und Iran nach den Wüsten Central-Asiens sich erstreckt. [39])

Auf Madeira, den Canarischen Inseln und an der Nordwestküste Afrikas fällt im Sommer nur wenig Regen, wie man aus folgender Tabelle ersehen kann, in welcher Kämtz die Regenmenge nach Procenten angiebt. [40])

	Madeira.	Lissabon.	Mafra.
Winter	50,6	39,9	53,4
Frühling	16,3	33,9	27,5
Sommer	2,8	3,4	2,7
Herbst	30,8	22,8	16,4

Im Norden Afrikas, in dem Peloponnes und selbst in Frankreich an den Küsten des Mittelmeeres findet im Ganzen dasselbe Verhältniss statt. In höheren Breiten wird es anders. Im Innern von England, in Frankreich, Deutschland, zu St. Petersburg regnet es am wenigsten im Frühlinge und Winter, im Sommer und Herbst am meisten. In Russland ist dies ganz besonders auffallend; denn hier ist die Regenmenge im Sommer dreimal grösser als die des Winters. In Frankreich ist der Herbst vorherrschend; in Procenten ausgedrückt beträgt die Regenmenge im Winter 22, im Frühlinge 23, im Sommer 23, im Herbste 33. Gasparin las am 15. October 1827 vor der Academie der Wissenschaften zu Paris eine Abhandlung über die Vertheilung des Regens in den gemässigten Zonen nach den Jahreszeiten und in derselben theilte er Europa in zwei grosse Zonen; in eine nordöstliche mit der grössten Regenmenge im Sommer und eine südwestliche mit dem Maximum im Herbste.

England und Frankreich oder wenigstens Paris liegen zwischen diesen beiden Zonen und deshalb halten sich hier Sommer und Herbst ziemlich das Gleichgewicht.

Europa steht, wie bereits in einem anderen Capitel bemerkt worden ist, zum grössten Theile unter dem Einflusse von Westwinden, und dies sind hier gerade die Regenwinde. Bei Nordost-Winden regnet es fast niemals, während es bei Südwestwinden sehr oft geschieht. Im Allgemeinen regnet es an den Küsten und in der Nähe des Meeres mehr, als im Innern der Continente.

Einige besondere Regenverhältnisse.

Von Bergen in Norwegen haben wir oben 83,13 par. Zoll als jährliche Regenmenge angeführt. Diese auffallende Ausnahme, — denn an keinem Orte in ganz Europa fällt so viel Regen, — erklärt sich aus der eigenthümlichen Lage dieses Ortes mitten an einer langen Bucht und an Gebirgen, welche die fast ohne Unterbrechung wehenden Westwinde stauen, so dass, wie Kämtz sagt[41]), wahre Ströme von Regen aus den Wolken hervorstürzen. Nehmen wir Bergen aus, so zeichnen sich nur die Tropengegenden noch durch starke Regengüsse aus. Nach Courlet de Vrégile beträgt die jährliche Regenmenge zu Matouba (Guadeloupe) 260 par. Zoll. Eine so ungeheuere Regenmenge möchte man nicht leicht anderswo finden, selbst unter den Tropen, wo die Beispiele von starken Regen doch nicht selten sind. Zu San-Carlos in der Provinz Venezuela scheint nach von Humboldt 9 bis 10 Monate lang die Luft förmlich in Wasser umgewandelt zu sein, so zwar, dass, wenn nichts von der Erde eingesogen würde und nichts verdunstete, das Wasser sich bis zu einer Höhe von 8 Fuss ansammeln müsste. In einigen Gegenden Indiens, auf der Insel Cuba, in Brasilien, an den Küsten Peru's, im Innern der Länder und auf hohen Gebirgen zeigen die periodischen Regen weniger Regelmässigkeit, sind auch nicht so stark; an der Westküste Peru's, obgleich dies unter den Tropen und an dem stillen Oceane liegt, regnet es niemals. In der Stadt Lima, die in einer grossen und fruchtbaren Ebene liegt, welche reichlich mit Quellen versehen ist, hat man noch nie einen Blitz gesehen und noch nie einen Donnerschlag gehört.

Auch Ober-Aegypten zeigt dieselbe Anomalie, wie Peru: es regnet daselbst eigentlich nie, und so ist es schon seit 3000 Jahren gewesen, wie wir im fünften Abschnitte dieses Werkes noch näher sehen werden. Doch Ober-Aegypten liegt in der regenlosen Zone, von der vorher die Rede gewesen ist. Wahre Ausnahmefälle, Fälle auffallender Regenlosigkeit in Gegenden, wo dies sonst nicht der Fall ist, giebt es selbst in Europa. Im Jahre 1850 war z. B. in der Provinz Murcia bereits seit 4 Jahren auch nicht ein einziger Regen-

tropfen gefallen, so dass eine Dürre eintrat, welche die traurigsten Folgen hatte. Der spanische Handelsminister setzte sogar zwei Preise aus, den einen von 20000, den andern von 6000 Realen für die Verfasser der besten Abhandlungen über die Ursachen dieser anhaltenden Dürre, welche diese Provinz und die von Almeria heimsuchte, und über die Mittel, welche möglicherweise diesen Missstand beseitigen könnten. Höchst wahrscheinlich lag der Grund in einer constanten Windrichtung.

Aus Berechnungen, welche de Coste angestellt hat, scheint zu folgen, dass auf dem Festlande mehr Regen fällt, als sich Wasser durch Verdunstung in die Atmosphäre erhebt. Der Grund liegt in den Dünsten, welche von dem weiten Meeresbecken kommen, welches drei Viertel der Erdoberfläche einnimmt. Nach eben demselben würden die Meere durch Verdunstung eine Wassermenge liefern, welche die des gesammten Regens und Schnees ungefähr um 10 Cubikmeilen überträfe. Es fragt sich nun, ob dieser ungeheuere Ueberschuss durch die Vegetation verbraucht wird, oder ob er auf unbekannten Wegen wieder in das allgemeine Reservoir zurückkehrt, oder ob etwa die Verdunstung einer solchen Wassermenge ein fortwährendes Sinken des Meeresniveaus zur Folge hat. Sollte Letzteres der Fall sein, so könnte das schliessliche Resultat einige Besorgniss erregen, indem dadurch zwar langsam aber doch anhaltend die Menge des Wassers auf unserem Planeten abnehmen müsste. Dann würde die Hypothese der Stoiker über den Ursprung und über das Ende des Universums eine Wahrheit werden; denn diese meinten, dass nach einem Verlaufe von vielen Jahrhunderten die flüssige Substanz des Wassers ein Ende nehmen werde, und dass dann die ausgedörrte Erde nicht mehr im Stande wäre die zur Erhaltung der Gestirne nöthige Feuchtigkeit zu liefern, so dass schliesslich die ganze Welt in Feuer aufgehen und Alles durch dieses verzehrt werden müsste.*)

ZEHNTES CAPITEL.

Ueber einige noch räthselhafte atmosphärische Erscheinungen.

Farbiger Nebel, Schnee und Regen.

Eine Beobachtung des Doctor Reverdit, mitgetheilt in der *Union médicale* (29. Mai 1851), setzt uns von einer Erscheinung,

*) *Ovidii Metamorph. I.; Senecae Hercules, act. III.; Lucian* lib. I.

die bis jetzt noch vereinzelt dasteht, in Kenntniss, nämlich von einem dicken Nebel, welcher einen erdigen Stoff enthielt oder zu enthalten schien. Es befand sich dieser Arzt am 1. Februar 1851 zu Draguignan, als sich des Nachmittags daselbst ein heftiges, von Blitz und Donner begleitetes Unwetter entlud. In wenigen Augenblicken waren alle Plätze von Regen und Hagel überschwemmt und in den Strassen floss das Wasser in Strömen. Als er am folgenden Tage sich nach Bargemont, einem zwei Meilen von Draguignan nordöstlich gelegenen Marktflecken, begab, fand er die benachbarten Berge noch mit Schnee bedeckt, obgleich die Temperatur im Thale sehr mild war. Jetzt fing es an zu regnen und hielt in einem Zuge an bis zum nächsten Tage, wogegen Mittag sich ein sehr dicker Nebel einstellte. Diesen Augenblick benutzte er, um sich wieder auf den Weg zu machen. Kaum war er eine Stunde fort, als er in offener Kutsche durch das Thal von Pénafort fahrend zu seiner nicht geringen Ueberraschung bemerkte, dass er selbst und sein ganzes Geschirr mit kleinen rothen Flecken einer Art nassen Staubes bedeckt wurde; die Strasse, die Felsen des Thales zeigten dieselbe Färbung; mehrmals schüttelte er mit der Hand seinen Regenmantel ab, aber bald darauf war derselbe wieder mit ähnlichen Tröpfchen bedeckt. Ueber eine Stunde setzte Reverdit seine Beobachtungen fort; es machte ihm Vergnügen die Tröpfchen an seinem Mützenschirme wegzuwischen und sich wieder bilden zu sehen, so dass er ihre regelmässig warzige Form und ihren süsslichen kalkartigen Geschmack vollkommen feststellen konnte.

Als Reverdit aus dem Thale heraus in die Ebene kam, war er über die Beschaffenheit des Erdreichs daselbst überrascht. Das röthliche Aussehen der Aecker veranlasste ihn, eine genaue Untersuchung des Bodens anzustellen, der alle physikalischen Kennzeichen des Staubes darzubieten schien, mit welchem er bedeckt worden war. Die Landleute waren, wie leicht denkbar ist, von dem Phänomen sehr erregt und der Meinung, dass dieser rothe Regen die Kleidungsstücke und Regenschirme verbrenne. Reverdit seinerseits war fest überzeugt, dass die mit dem Nebel gefallene erdige Materie ihrer Natur nach mit dem röthlichen Boden, den er hier antraf, übereinstimmte, dass der zwei Tage vorher herrschende heftige Sturm sie fort- und in die Höhe gerissen habe, und dass sie bis dahin in der Luft schweben geblieben sei. So wahrscheinlich dies auch scheint, ist es doch immer noch bedenklich, dass diese rothe Staubmasse, welche die Luft meilenweit verdüsterte und vor zwei Tagen bei einem Unwetter in die Höhe gehoben war, oben in der Atmosphäre schweben geblieben sei, ohne durch den Tags vorher so reichlich gefallenen Regen mit fortgerissen zu werden.

Fälle gefärbten Schnees sind gar nicht selten, z. B. am 19. März

1678 in der Nähe von Genua und am 15. April 1816 an verschiedenen Stellen Italiens. De Saussure fand gefärbten Schnee auf den Alpen, Ramond auf den Pyrenäen und Capitain Ross in der Baffinsbai. Als Bravais und Martins am 25. Juli 1836 auf Spitzbergen landeten, bemerkten sie, dass die Spur ihrer Fusstritte beim Ueberschreiten eines Schneefeldes grün war. Die Oberfläche des Schnees war ihrerseits weiss, aber einige Zoll unter derselben erschien der Schnee wie mit Wasser von gekochtem Spinat begossen. Weiterhin fanden sie dieselbe grüne Materie auf der Oberfläche eines Schneefeldes, welches übrigens zum grössten Theile mit einer ungeheueren Menge von *Haematococcus nivalis* bedeckt war. Unter dem Mikroskope angestellte vergleichende Versuche mit der grünen und rothen Materie schienen dafür zu sprechen, dass beide von Körnern ein und derselben Pflanze, nur aus verschiedenen Altersstufen, herrührten. Martins ist der Meinung, dass die rothe Farbe ins Besondere von den jungen Körnern herkomme, welche dann unter längerem Einflusse der Luft und des Lichtes grün würden. Jedenfalls unterliegt es keinem Zweifel, dass die rothen Körperchen, welche den Schnee färben, organischen Urprungs sind. Einige halten dieselben für kleine Pilze (*uredo nivalis*), welche sich in unendlicher Menge vermehren; andere meinen, man habe es hier mit etwas Thierischem zu thun, da sie Bewegungen bemerkt zu haben glauben: noch andere betrachten die Natur dieser kleinen Körper als noch zweifelhaft und ihren Ursprung noch unentschieden.

In manchen Fällen rührt die Färbung des Schnees von einem unorganischen Stoffe her, wie man aus folgender, in der *Union médicale* von dem Doctor Pioch zu Valleraugue im Dep. Gard mitgetheilten, Beobachtung ersieht. Gegen Ende des Januar 1851 waren alle das dortige Thal begrenzenden Höhen ungeachtet der milden Temperatur mit mehreren dicken Schichten blendend weissen Schnees bedeckt; als aber am 6. Februar ein starker Regen sich einstellte, färbte sich die letzte Lage auf vielen Höhen unmittelbar mit einer röthlichen Farbe, welche die Neugierde und den Aberglauben der Landleute im höchsten Grade in Anspruch nahm. Der Maire zu Valleraugue fand bei einer amtlichen Besichtigung das ganze, über eine Viertel-Quadratmeile grosse, Platteau von Sareyrède mit entschieden gelblichem Schnee gleichmässig bedeckt. Während des Regens hatte ein sehr heftiger Nordwind geweht. Doctor Pioch schreibt nun diese ungewöhnliche Färbung nicht dem Schnee, sondern dem Regen zu. Ein an einem Kalkofen beschäftigter Arbeiter will die röthliche Farbe ganz bestimmt mit dem Regen haben kommen sehen. Pioch bemerkte, dass ein vor einem Fenster stehender Strauch mit grünen Blättern zur Zeit des Regens auf seinen Blättern und auf den Seiten des Blumentopfes ebensolche Flecke bekam; so-

gar drei Tage nach dem Regen lieferten ihm mehrere immer grüne Bäume seines Gartens eine ziemliche Menge eines ockerartig aussehenden Staubes, der fein wie Bodensatz war und die Finger, mit welchen man ihn berührte, färbte. Er fand ebenso eine sehr dünne Schicht dieses Staubes in dem von Schnee bedeckten Theile mehrerer Bäume und auf Felsen, welche vom Schnee frei geblieben waren. Pioch ist fest überzeugt, dass der färbende Stoff dieses Schnees von Erde herrührt, welche durch irgend einen Wirbelwind empor gehoben wurde und sich mit dem Wasser der Wolken vermischte. Auf gleiche Weise meint er, werden in den Pyrenäen manche Weiher bevölkert, die im Sommer austrocknen und, ungeachtet sie in bedeutenden Höhen liegen, später Fische halten. Er sagt nämlich, dass das Fischlaich ebenso leicht, wie Erdtheilchen, von einer über einem ausgetretenen Flusse wirbelnden Wasserhose fortgerissen und in die Höhe und zu weit entlegenen Stellen geführt werden könne.[42])

Im Departement der Drôme, Isère, Rhone und Ain fiel am 16. und 17. October 1846 ein Regen, welcher mit einer erdigen, geblichem Thone gleichenden Materie gemischt war; zu Valence war die Erscheinung am stärksten. Es waren damals mehrere starke Gewitter vorausgegangen und es fiel das Ereigniss mit der Ueberschwemmung der Loire zusammen. Zu Lyon, Grenoble und an einigen anderen Orten sah man die Lerchen, Wachteln, Enten und Wasserhühner in grosser Menge und unter Geschrei die Flucht ergreifen; viele dieser Vögel flüchteten in die Strassen, auf die öffentlichen Plätze und kamen selbst in die Häuser, wo man sie lebendig ergriff. Als man diese erdige Materie filtrirte und analysirte, ergaben sich folgende Bestandtheile:

Kieselerde	0,520
Thonerde	0,075
Eisenhydrat	0,085
Kohlensaurer Kalk	0,265
Kohlensaure Magnesia	0,020
Organische Stoffe	0,035.

Dupasquier nimmt an, dass der erdige Stoff von Staube herrühre, welcher durch eine Wasserhose von der Erdoberfläche entführt und in weite Entfernung getragen worden sei. Nach Fournet soll das Meteor in Guyana seinen Ausgang genommen haben und über New-York, die Azoren, Frankreich und Italien bis zum Fusse des Mont Cenis gegangen sein. Ehrenberg hat in diesem Staube Infusorienformen gefunden, welche Guyana eigenthümlich sind, und Decaisne eine grosse Menge organischer Körperchen, welche dem Pflanzenreiche zugehören.

Bei den Schriftstellern des Alterthums und ebenso der neueren Zeit finden sich mehrere dem eben mitgetheilten ganz gleiche Fälle. Chladni hat in dem *Annuaire du bureau des longitudes* vom Jahre 1826 eine grosse Zahl gesammelt und verzeichnet. Rothe Regen fielen 652 zu Constantinopel, 869 zu Brixen, 929 zu Bagdad, 1219 zu Viterbo, 1416 in Böhmen, 1543 in Westphalen, 1560 zu Emden und zu Löwen, am 12. August 1623 zu Strassburg, 1638 zu Tournay, am 6. October 1640 zu Brüssel, 1689 zu Venedig, 1744 in der Nähe von Genua, am 9. October 1763 zu Cleve, am 14. November 1765 in der Picardie, am 5. und 6. März 1803 in Italien, am 28. October 1814 in dem Thale von Oneglia (Piemont) am 3. Mai 1821 zu Giessen u. s. w.

In diesen verschiedenen Fällen war der erdige Stoff theils mit Regen gemischt, theils fiel er an sich aus der Atmosphäre. Diese Meteore sind zwar am häufigsten von rother Farbe, doch hat man auch Beispiele von schwarzen Staubfällen, von klebrigen und selbst faserigen Stoffen u. s. w. Bei der Analyse einer häutigen, zerreiblichen und schwärzlichen Substanz, welche zugleich in Curland, Norwegen und Pommern gefallen war, fand von Grothus Kieselerde, Eisen, Kalk, Kohlenstoff, Magnesia, Spuren von Chrom und Schwefel, aber keinen Nickel. Die von Sementini angestellte Analyse eines rothen Staubes, der 1813 in Calabrien und Toscana gefallen war, lieferte nach Procenten: Kieselerde 33, Thonerde $15\frac{1}{2}$, Kalk $11\frac{1}{4}$, Eisen $14\frac{1}{2}$, Chrom 1, Kohlensäure 9; der Verlust betrug $15\frac{1}{2}$, und wurde einem kohlenstoffhaltigen Staube zugeschrieben. Die Erde, welche am 21. Mai 1737 an der Küste des adriatischen Meeres gefallen war, zeigte sich magnetisch. Der am 5. November 1819 gefallene rothe Regen enthielt Kobalt und Salpetersäure. Professor Zimmermann fand in dem Bodensatze des zu Giessen gefallenen rothen Regens Chrom, Eisenoxyd, Kieselerde, Kalk, Kohlenstoff, eine Spur von Magnesia und Stoffe, die sich verflüchtigt hatten: von Nickel war nichts zu entdecken.

Woher stammen nun die aus der Atmosphäre herabgefallenen Substanzen? Es ist zwar an sich klar, dass eine Wasserhose, ein heftiger Wind, mineralischen sowohl, wie vegetabilischen Staub von der Erdoberfläche empor heben und selbst von einem Erdtheile nach einem anderen führen können; allein bei einigen geschichtlich feststehenden Fällen passt diese Erklärung nicht. Eine grosse Zahl meteorischer Regen ist von Geräusch und Flammen begleitet gewesen; während des Niederfallens von schwarzem Staube in der Umgegend von Constantinopel im Jahre 472 schien, wie Procop sagt, der Himmel in Flammen zu stehen. Dem Falle von einer röthlichen Substanz am 6. November 1548 in Thüringen war eine Feuerkugel vorangegangen. Der Fall einer rothen Materie zu Verde (auf

Corsika) geschah unter Blitz und Donner. Der Explosion eines leuchtenden Meteores bei Heidelberg im Jahre 1811 folgte der Fall einer gallertartigen Substanz. Bisweilen hat man auch während solcher Staubfälle Meteorsteine herabfallen sehen, namentlich 1618 in Steiermark, am 13. und 14. März 1813 in Calabrien, ebenso am 5. November 1814 in Doab in Indien. Als am 23. November 1819 zu Montreal und im südlichen Theile der Vereinigten Staaten schwarzer Regen und Schee fiel, war der Himmel stockdunkel und Feuerblitze und Knalle wie von abgeschossenen Kanonen und erdbebenartige Erschütterungen waren damit verbunden.[43]) Die Analogie dieser meteorischen Regen mit dem Falle von Meteorsteinen zwingt uns bei beiden denselben Ursprung anzunehmen.

Die von manchen Geschichtschreibern erwähnten Blutregen, in denen der Aberglaube Zeichen des Zornes der Gottheit und Vorboten grosser Unglücksfälle erblickte, rühren unstreitig von erdigen Stoffen her, die durch Eisenoxyd oder Chlorkobalt gefärbt sind, vielleicht auch von vegetabilischem und animalischem Staube, wie wir dergleichen auch auf Schnee kennen gelernt haben. Der gelbe Staub, der bisweilen beim Regnen mit niedergeschlagen und wohl gar mit Schwefelblume verwechselt wird, ist nichts Anderes, als der Blüthenstaub gewisser Bäume, nämlich der Fichten, Ulmen, Haselsträuche, ebenso der Typha (Rohrkolben) und des Lycopodiums (Bärlapp), welcher vom Winde emporgehoben und bisweilen in grosse Entfernungen fortgeführt wird.[44]) Oefters hat man im Sommer nach Regengüssen eine Unzahl von Mücken, Raupen, Heuschrecken, Fröschen und dergl. gesehen. Man muss in solchen Fällen annehmen, dass diese Thiere entweder vom Winde empor gehoben und von dem Regen niedergerissen worden sind, oder wohl noch besser, dass die warme Feuchtigkeit sie veranlasst hat ihren gewöhnlichen Aufenthaltsort zu verlassen; die Beobachtung bestätigt überdies, dass die Sonnenwärme die Entwickelung der Eier mehrerer Reptilien beschleunigt. Eine Erklärung zu geben, welche diesen Erscheinungen unter allen Umständen Genüge leistete, hat indessen seine Schwierigkeiten; der Annahme übrigens, dass diese Thiere in den oberen Regionen der Atmosphäre erzeugt werden, oder dass sie dort in den Wolken und meteorischen Substanzen, von denen im folgenden Capitel die Rede sein wird, eingeschlossen gewesen seien, müssen wir unsere Zustimmung entschieden versagen.[45])

ELFTES CAPITEL.

Von den trockenen Nebeln.

Trockener Nebel scheint mit dem Inhalte des Begriffes Nebel überhaupt im Widerspruche zu stehen, indem wir dabei gewöhnlich an etwas Feuchtes denken; indessen sind die Fälle gar nicht selten, wo die Durchsichtigkeit der Luft getrübt wird und diese sich doch in einem verhältnissmässig hohen Grade der Trockenheit befindet. Dann wird, selbst wenn keine Wolke am Himmel steht, das Blau des Himmels matt; die Sonne verliert ihren Glanz und ihr Licht bekommt einen röthlichen Schein; entfernte Gegenstände werden unkenntlich und sind wie in Dunst gehüllt. In einer Abhandlung über die Natur und die Entstehung der trockenen Nebel*) unterscheidet Ch. Martins vier verschiedene Arten derselben, was bis dahin von den Meteorologen nicht geschehen wäre, nämlich: 1) Nebel, die vom Rauche angezündeter Torfmoore herrühren; 2) Nebel in Folge vulkanischer Ausbrüche; 3) trockene Nebel im Horizonte, deren Entstehung noch unbekannt ist; 4) eigentliche trockene Nebel. Die letztere Art scheint ihm selbst indessen noch nicht genügend erwiesen zu sein; denn er findet nur zwei Fälle, welche dafür zu sprechen scheinen. Der eine wird von de Saussure, der andere von v. Humboldt erwähnt. Jener sagt: „Seit mehreren Tagen ist anhaltend schönes Wetter; die Luft jedoch ist nicht vollkommen durchsichtig, es schwebt in ihr ein bläulicher Dunst, der nicht aus wässerigen Dünsten besteht, weil er auf das Hygrometer keinen Einfluss ausübt, sondern noch unbekannter Art ist.“ Die andere Beobachtung ist nicht minder lakonisch. Auf dem 8380 Fuss über dem Meere gelegenen Gipfel der Silla war v. Humboldt über die auffallende Trockenheit der Luft überrascht, obgleich sich Nebel bildete; eine halbe Stunde später war er in eine dicke Wolke, welche ihm den Anblick der nächsten Gegenstände entzog, eingehüllt; mit Erstaunen bemerkte er, dass seine Kleider trocken blieben und dass das Hygrometer auf dem höchsten Grade der Trockenheit stand.

Martins hält es für nothwendig, die Aufmerksamkeit der Naturforscher besonders auf den von den Schweizern Haar, von den Spaniern Callina genannten Sommerbrand zu lenken. Dies Meteor zeigt sich besonders im südlichen Europa und in den wärmeren Ländern. Nach Willkomm stellt sich der Sommerbrand in Spanien im Monat Juni, Juli und August bei schönem Wetter ein A. v. Humboldt spricht davon als von etwas ganz Gewöhn-

*) *Annuaire de météorologie de la France*, 1850.

lichem an der Westküste Mexicos; in der Schweiz fällt er jedesmal allgemein auf, weil er ungeachtet des schönen Wetters, welches Nord- und Nordost-Winde zu bringen pflegen, die Alpenkette verschleiert und dem Blicke entzieht. Er macht den Eindruck eines grauen oder röthlichgelben Dunstes, welcher am Horizonte gelagert ist; die Sonne bekommt einen röthlichen Schein und verliert merklich an ihrem Glanze. Willkomm hat sich ernstlich bemüht, das Wesen dieses Nebels zu ergründen; aber er vergleicht ihn mit dem Phänomen der Luftspiegelung, welches vor dem Wanderer fortwährend flieht, indem er hier ebenso sich stets noch mitten in dem Dunste befand, wenn er an den Orten angekommen war, deren Anblick derselbe ihm vorher verschleierte.

Der Sommerbrand liegt in Spanien und in der Schweiz bisweilen rings um den ganzen Horizont; er giebt dann dem Himmel ein bleifarbiges Ansehen, und doch bemerkt man nichts von ihm, wenn man inmitten desselben steht; denn die näheren Gegenstände erscheinen vollkommen deutlich. Er stellt sich vorzugsweise im August ein, wenn die Hitze ihr Maximum erreicht hat, und verschwindet gegen Ende des September.

In Hinsicht des Höherauches (auch Heerrauch, Haarrauch, Landrauch, Sonnenrauch, Moorrauch, Heiderauch genannt) der deutschen Meteorologen herrscht kein Zweifel mehr darüber, dass derselbe ein wirklicher, von dem Brande des Torfes und anderer vegetabilischer Stoffe herrührender Rauch sei, wie Finke, Muncke, Egen, August und Kämtz die Sache ansehen. In Holland und im nördlichen und westlichen Deutschland zeigt sich derselbe am häufigsten. Er tritt zu derselben Zeit ein, zu welcher man in den dortigen Gegenden die Torfmoore anzündet, während er dann, wenn dieser Agricultur-Process nicht vorgenommen wird, unbekannt ist. Die von den brennenden Torfmooren aufsteigenden Rauchsäulen bleiben bisweilen in der Luft stehen; manchmal werden sie von den Winden fortgeführt, ohne sich dabei aufzulockern. Egen hat den Rauch sich bilden sehen und seinen Zug gegen 30 Meilen weit verfolgt, ohne dass eine Abnahme desselben in seiner Dichtigkeit wahrzunehmen gewesen wäre. Im Jahre 1783 und ebenso 1831 zeigten sich trockene Nebel, welche über einen grossen Theil der Erde sich erstreckten und allgemeine Aufmerksamkeit erregten; doch ist es unentschieden, ob diese mit dem Höherauche gleichen Ursprungs waren.

Der trockene Nebel des Jahres 1783 erschien am 24. Mai zu Kopenhagen, am 6. Juni zu la Rochelle, am 16. zu Mannheim und Rom, am 17. zu Genf, am 18. zu Havre, Paris, Laon, Göttingen, Turin und Padua; gegen Ende Juni zu Berlin, Moskau, Ofen, in Syrien und auf dem Altai-Gebirge; ebenso nahm man ihn auch in

einem grossen Theile Nordamerikas wahr. De Saussure. Lamanon und Senebier fanden ihn auf den höchsten Punkten der Alpen. Ungeachtet im Juni und Juli starke Regengüsse stattfanden und der Wind heftig wehte, verschwand er doch nicht; zu Mannheim waren während seiner Dauer 23 Regentage und 12 grosse Gewitter; am 27. Juni schlug es in der Umgegend an 13 Orten ein. Toaldo vergleicht diesen Nebel mit einem von den gewöhnlichen Nebeln ganz verschiedenen Rauche oder Staube. Nach Senebier bestand derselbe aus einem bläulichen, bisweilen röthlichen, niemals grauen Dunste, welcher den Gegenständen ein blaues Ansehen gab. Seine Dichtigkeit war bisweilen so gross, dass in einer Entfernung von 1000 Schritten die Häuser und Bäume verschwanden; die Sonne war nur zu sehen, wenn sie mehr als 12 Grad über dem Horizonte stand; beim Auf- und Untergange erschien sie wie eine rothe Kugel ohne allen Glanz, so dass man ohne weiteres in sie hineinblicken konnte.

Der Nebel von 1783 war durchaus nicht feucht; de Saussure nennt ihn einen trockenen bläulichen Dunst; gerade an den Tagen, an welchen er am dichtesten war, stand das Hygrometer sehr hoch auf Trocken. Mehrseitig wurde geklagt, dass er die Augen angreife; Marcorelle fand, dass er nach scharfem und beissendem Rauche roch, und van Swinden in Holland, dass der Geruch schwefelig war und Husten erregte; er zeigte jedoch weder auf die Pflanzen noch auf den allgemeinen Gesundheitszustand einen nachtheiligen Einfluss, denn es stellte sich während seines Auftretens nicht die geringste Störung bei den Organismen ein, die man diesem Nebel hätte zuschreiben können. Seine Dauer war an verschiedenen Orten verschieden und während er zu Stockholm, Paris und Genf nur einen Monat anhielt, dauerte er zu Padua zwei, zu Rom drei und zu Mannheim und Kopenhagen sogar vier Monate.

Die grösste Uebereinstimmung mit dem trockenen Nebel von 1783 zeigte der von 1831. Man bemerkte diesen zuerst am 3. August an der afrikanischen Küste, dann am 9. zu Odessa, am 10. in Frankreich, am 15. in den Vereinigten Staaten. Er schwächte den Glanz der Sonne so bedeutend, dass man zu jeder Tageszeit unbelästigt in dieselbe blicken konnte. Des Nachts klärte sich das Wetter bisweilen auf, so dass man selbst die Sterne zu erkennen vermochte. Nach mehreren Angaben war in Algier, im südlichen Frankreich und in den Vereinigten Staaten die Sonnenscheibe bald azurblau, bald smaragdgrün.

Die Nebel von 1783 und 1831 zeigten, abgesehen von mehreren gemeinschaftlichen Kennzeichen und namentlich abgesehen von ihrer ungemeinen Trockenheit ein ganz besonders merkwürdiges Phänomen, nämlich, wie bereits im ersten Capitel des ersten Abschnitts angeführt worden ist, einen eigenthümlichen Schein oder ein phos-

phorisches Leuchten, bei welchem man im Monat August selbst um Mitternacht die kleinste Schrift zu lesen vermochte, so dass allenthalben, wo dieser Nebel sich einstellte, so lange er anhielt, während der Nacht keine völlige Dunkelheit eintrat. Namentlich zu Berlin, Genua und in Sibirien hat man dies beobachtet. Sollte man diese Helligkeit während der Nacht etwa als noch von der Abenddämmerung herrührend ansehen können? Dagegen spricht die zu Berlin am 3. August um Mitternacht gemachte Beobachtung; denn damals stand, wie Arago bemerkt, die Sonne 19 Grad unter dem Horizonte und wollte man nun annehmen, dass diese Helligkeit eine einfache Wirkung der Zurückwerfung der Sonnenstrahlen gewesen sei, so hätte die Nebelmasse noch über die Grenze der Atmosphäre hinaus reichen müssen.

Um die Entstehung dieser trockenen Nebel und namentlich desjenigen vom Jahre 1783 zu erklären, hat man verschiedene Vermuthungen aufgestellt. Lalande suchte den Grund in der Masse der elektrischen Flüssigkeit, welche bei dem Uebergange eines feuchten Winters in einen heissen Sommer entwickelt würde; Cotta kam auf metallische, in Folge grosser Hitze mit Elektricität verbundene Ausströmungen, während nach van Swinden und Toaldo der Nebel von 1783 den Erdbeben und vulkanischen Ausbrüchen, welche in diesem Jahre auf Island und in Calabrien grosse Verwüstungen anrichteten, zuzuschreiben sein sollte. Martins schliesst sich der letzteren Ansicht an und sucht auch zu zeigen, dass der Nebel von 1783 wirklicher Rauch gewesen sei. Es ist dies auch nicht unwahrscheinlich, denn die Gewalt der Vulkane ist allbekannt. Im Jahre 472 flog die Asche des Vesuv bis nach Constantinopel; 1812 versetzte der Staub, welcher von einem vulkanischen Ausbruche auf der Insel St. Vincent herrührte, Barbados in tiefe Finsterniss; 1794 war ganz Calabrien in Rauchwolken gehüllt, die der Aetna ausgestossen hatte.

Vom Februar bis Ende März 1783 war Calabrien von den fürchterlichsten Erdbeben heimgesucht: mehrere Berge versanken, andere stürzten um oder wurden von der Stelle gerückt; eine Menge von Schlünden öffneten sich; mehr als hundert Tausend Menschen kamen ums Leben. In Island begannen die Erdbeben und vulkanischen Ausbrüche am 1. Juni. In den Flussbetten wälzten sich Lavaströme vorwärts; sie traten endlich über und begruben 17 Ortschaften. Dem von den Vulkanen und der ungeheueren Menge verbrannter Pflanzen herrührenden Rauche in Island schreiben, wie gesagt, Toaldo, van Swinden, Kämtz und Martins den trockenen Nebel des Jahres 1783 zu; doch sind von manchen Seiten Zweifel darüber ausgesprochen worden und namentlich hält Fourcroy diese Ansicht durchaus nicht für hinlänglich erwiesen.

Man hat zwar es öfters erlebt, dass eine ganze Stadt, sogar eine ganze Gegend, in Folge von vulkanischen Ausbrüchen in eine dichte Aschen- und Dunstwolke eingehüllt worden ist; aber es war ein solches Ereigniss nie von langer Dauer. Wie steht es nun mit dem Vorwärtsrücken des Nebels von 1783? War sein Ausgangspunkt Island oder Sicilien? Hierauf ist wohl zu bemerken, dass man den Nebel in diesen Gegenden nicht einmal beobachtet hat, geschweige dass man seinen Ausgang von da oder einen Zug des Nebels mit dem Winde hätte nachweisen können. Noch zweifelhafter steht es mit dem Ursprunge des Nebels von 1831, der nicht einmal mit einem Erdbeben oder einem vulkanischen Ausbruche zusammenfiel. Beide Nebel zeigten übrigens ein Phänomen, welches den Gedanken an einen dicken Rauch auszuschliessen scheint, nämlich die Helligkeit, welche sie des Nachts verbreiteten und die der des Vollmondes gleichgekommen sein soll. [46])

Von manchen Seiten hat man die trockenen Nebel als mit der irdischen Atmosphäre vermischte kometarische Dünste angesehen. Nach Newton können die Stoffe, aus welchen die Kometenschweife bestehen, sehr wohl in die Atmosphäre der Planeten eingehen, sich da verdichten und zu mancherlei chemischen Erscheinungen Veranlassung geben. Nun ist auch der Durchgang der Erde durch einen Kometenschweif nach Arago in Zeit von hundert Jahren mehrmals möglich; aber wegen der überaus geringen Dichtigkeit dieser Schweife ist von einem solchen Durchgange nicht das Geringste zu merken. [47]) Gleichwohl könnte der Umstand, dass mancherlei neue luftartige Elemente in die Atmosphäre der Erde gelangen, je nachdem dies in grösserer oder geringerer Menge der Fall ist, den Tod aller Thiere herbeiführen oder mindestens Epidemien erzeugen, wie denn auch von manchen Seiten der Ursprung, die wahre Quelle der meisten derartigen Geiseln, von denen die Geschichte erzählt, in einem solchen Einflusse gesehen wird. Arago fügt indessen hinzu, dass 1783 und 1831 kein Komet, dem man das Auftreten dieser aussergewöhnlichen Nebel zuschreiben könnte, erschienen ist. Deshalb ist er eher geneigt, das Wesen dieser Nebel in gasartigen, übrigens unbekannten Stoffen zu suchen, welche dem Erdinnern entstammt, und aus den vielen Spalten hervorgedrungen sein könnten, welche eine Folge der vielen und grossartigen Zerstörungen auf Island und in Calabrien waren. Eine Hypothese von Franklin scheint ihm übrigens noch wahrscheinlicher zu sein.

Nach diesem wäre es möglich, dass eine Feuerkugel von ungeheuerer Grösse bei ihrem Eintreten in unsere Atmosphäre nur theilweise in Brand gerathen sei und in den höheren Regionen der Luft jene Rauchströme erzeugt habe, wie solche bei jeder unvollkommenen Verbrennung vorkamen. Wie dem nun auch sei, soviel

scheint fest zu stehen, dass die trockenen Nebel keiner der bis jetzt aufgestellten Ursachen mit Sicherheit zugeschrieben werden können; es dürfte daher auch nicht unwahrscheinlich sein, dass sie kosmischen Ursprungs wären und ihr Ausgangspunkt ausserhalb unseres Planeten gesucht werden müsste.[48])

ZWÖLFTES CAPITEL.

Von den Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteinen.

In Betreff der Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine, die zu den interessantesten Naturerscheinungen gehören, ist die Wissenschaft noch nicht zu einem sicheren Resultate gelangt, und die Fragen nach ihrem Wesen, ihrer Entstehungs- und Bildungsweise, ebenso nach der Region, von welcher sie ihren Ausgang nehmen, sind nur vermuthungsweise mit mehr oder minderer Wahrscheinlichkeit beantwortet worden.

Auf dem jetzigen Standpunkte der Wissenschaft betrachtet man die Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine als zusammengehörig, und in der That führt eine genauere Untersuchung bei ihnen auf einen gemeinschaftlichen Ursprung. Die Sternschnuppen, welche in heiteren Nächten sich als Lichtstreifen zeigen, welche bald nach ihrem Erscheinen wieder verschwinden, sind allbekannt. Unter Feuerkugeln (Boliden) versteht man die mit oder ohne Explosion entweder in Gemeinschaft mit Sternschnuppen oder ganz selbstständig auftretenden feurigen Kugeln. Das Fallen von Meteorsteinen geschieht fast ohne Ausnahme mit mehr oder minder heftigem Geräusche und unter Feuererscheinungen. Feuerkugeln sind nicht immer mit einem Meteorsteinfalle verbunden.

Erst seit etwa hundert Jahren hat sich in der Erforschung dieser Erscheinungen, deren Thatsächlichkeit sich nicht läugnen liess, wiewohl man früher nur mit einem gewissen Misstrauen und einer gewissen Ungläubigkeit Nachrichten von Meteorsteinfällen und Steinregen gelten lassen wollte, ein gewisser Erfolg herausgestellt. Dass man schon im Alterthume diese Phänomene kannte, dafür sprechen die Ansichten, welche Anaxagoras, Diogenes, Aristoteles, Posidonius über ihre Entstehungs- und Bildungsweise äussern. Bis zu Anfang des neunzehnten Jahrhunderts war man ziemlich noch auf demselben Standpunkte. Dass der berühmte Stein von Aegospotamos (465 v. Chr.) vom Himmel herabgefallen war, stand fest; aber man behauptete sogar, Anaxagoras habe

den Fall desselben vorhergesagt. Nach ihm sollte er nämlich aus der Sonne gekommen sein, die er als eine Feuermasse ansah, welche an Grösse den ganzen Peloponnes übertraf, weshalb wohl auch sein Schüler Euripides die Sonne eine goldene Kugel nennt. Der berühmte Albertus Magnus behandelt in seiner Schrift über die Mineralien (13. Jahrhundert) auch die Frage, wie sich die Meteorsteine in den Wolken bilden möchten.

Sternschnuppen, Sternputze, Sternschnäuze, Sternschüsse, Feuerkugeln, fliegende oder feurige Drachen, Meteorsteine, Meteorolithen, Mondsteine sind Bezeichnungen für die hierher gehörigen Erscheinungen. Die Sternschnuppen, deren Bewegung mit solcher Schnelligkeit erfolgt, dass man Anfangs- und Endpunkt derselben fast gleichzeitig wahrnimmt, sind besonders häufig beschrieben worden. Eine Feuerkugel von der Grösse des Mondes fiel zur Zeit des Krieges, den Paulus Aemilius gegen Perseus (168 v. Chr.) führte; am 15. August 1802 zog ein eben solches Meteor in der Richtung von Norden nach Süden über Paris hinweg und theilte sich dann, ohne jedoch von einer Explosion begleitet zu sein, in mehrere kleinere Kugeln. Die glühende Masse, welche im Jahre 1110 in einen armenischen See gefallen und dessen Wasser roth gefärbt haben soll, ebenso der feurige Drache, welcher im 15. Jahrhunderte Luzern in Furcht und Schrecken setzte, erinnern lebhaft an die grosse Feuerkugel vom 17. Juli 1771. Diese hatte einen scheinbaren Durchmesser von der Länge eines Fusses; ihre wahre Grösse und ihre Höhe mussten jedoch sehr bedeutend sein, da man sie gleichzeitig zu London, Paris, Dijon, Tours und Lyon beobachtete. Sie zersprang unter lebhaftem Lichte wie eine ungeheuere Bombe und erst drei Minuten nachher vernahm man ein donnerartiges Geräusch, so dass man auf eine Entfernung von 3 bis 10 Meilen schliessen muss.

Die Sternschnuppen zeigen sich besonders in heiteren Nächten, fallen jedoch unstreitig in nicht geringerer Zahl bei bewölktem Himmel und bei Tage, nur dass in dem einen Falle die Wolken uns ihren Anblick entziehen, in dem anderen das lebhafte Sonnenlicht ihre Wahrnehmung unmöglich macht.[49]) Zu Zeiten hat man das Phänomen in ganz besonderer Stärke beobachtet. In dem October 902, in der Nacht, in welcher der Kalif Ibrahim Ben Achmed starb, sollen die Sternschnuppen einen förmlichen Feuerregen gebildet haben, so dass man dies Jahr vorzugsweise das Sternschnuppenjahr nannte. Am 25. April 1095 fielen die Sternschnuppen so dicht wie Schneeflocken; den Sternschnuppenfall in der Nacht vom 19. zum 20. October 1202 hat man mit einem Heuschreckenzuge verglichen. Man könnte hierbei vielleicht an eine Uebertreibung denken; indessen in neuester Zeit hat man Aehnliches beobachtet, und

namentlich sprechen die Beobachtungen von A. v. Humboldt zu Cumana, von Olmsted und Palmer in Nordamerika dafür. Der Erstere erzählt, dass Bonpland in der Nacht vom 11. zum 12. November 1799, die vorzugsweise heiter war, als er um frische Luft zu schöpfen aufgestanden war, durch die ungeheuere Menge von Meteoren überrascht wurde, die vier Stunden lang ununterbrochen aufeinander folgten. Der ganze Himmel war fortwährend mit Feuerkugeln und Sternschnuppen erfüllt, sodass kein Raum von dem dreifachen Durchmesser des Mondes leer blieb. Dasselbe Phänomen beobachtete man übrigens auch sonst noch an den verschiedensten Stellen der Erde.

Obgleich v. Humboldt das häufige und zahlreiche Auftreten dieser Meteore unter den Tropen hervorhebt, berechtigt doch nichts, dieselben an anderen Orten der Erde für minder häufig zu halten. Man hat sie in ebenso grosser Zahl in Europa, in Labrador, in Grönland beobachtet, wie in Afrika und in den heiteren Zonen des südlichen Asiens und Südamerikas. Sie treten jedoch nicht gleichmässig zu allen Zeiten auf: im Juni ist ihre Zahl am geringsten, grösser im April, dann im Mai, Juli, Februar, März, September, October, Januar, December und am grössten im August und November, wo ihr häufiges Vorkommen so auffallend ist.[50]) Wegen dieser Ungleichheit in ihrem Auftreten unterscheidet man sporadische Sternschnuppen, die mehr vereinzelt und ohne ein bestimmtes Gesetz zu befolgen auftreten, und periodische Sternschnuppen, die zu bestimmten Zeiten sich einstellen und gewissermassen einen Meteorregen bilden, indem sie so dicht wie Hagelkörner oder Scheeflocken fallen. Aus einer Arbeit von Edmund Biot über die in China seit den ältesten Zeiten beobachteten Feuerkugeln und Sternschnuppen geht hervor, dass sich in dem Auftreten dieser Meteore zwei Maxima geltend machen, von denen das eine zwischen den 18. und 27. Juli, das andere zwischen den 11. und 25. October fällt. Uebrigens stellt es sich dort ebenso wie in Europa heraus, dass bisweilen viele Jahre lang die Erscheinung höchst unbedeutend ist.

An eine Periodicität im Auftreten der zu Zeiten in so auffallendem Maasse erscheinenden Sternschnuppen hatte man wohl schon gedacht, aber erst nach der merkwürdigen Beobachtung von Olmsted und Palmer in Amerika in der Nacht vom 12. zum 13. November 1833 wurde dieselbe entschieden. Die Periodicität dieser Novembersternschnuppen ist nicht mehr zweifelhaft und ebensowenig die der Auguststernschnuppen, welche auf den Laurentiustag fallen; andere Perioden sind höchst wahrscheinlich. Von denen im Juli (25. bis 30.) und im October (17. bis 25.) kann man es jetzt als erwiesen ansehen; die Tage vom 22. bis 25. April, vom 6. bis 12.

December, u. a. scheinen ebenfalls hierher zu gehören. Uebrigens ist wohl zu bemerken, dass bei dieser periodischen Wiederkehr das Eintreffen der Sternschnuppen nicht massenhaft geschieht; im August z. B. nimmt die Zahl der Meteore vom 6. bis zur Nacht des 10., wo das Maximum eintritt, zu. Coulvier-Gravier beobachtete die Sternschnuppen um Mitternacht an einer und derselben Stelle des Himmels fortlaufend vom 6. bis 10. August 1851 und zählte 27 am 6., 30 am 7., 40 am 8., 80 am 9., und ihrer 81 am 10. Die Sternschnuppen des November sind noch auffallender: Brandes hatte in der Nacht vom 6. zum 7. December 1798 2000 Sternschnuppen gezählt, Olmsted und Palmer hingegen kamen in der Nacht vom 12. zum 13. November 1833 in Zeit von neun Stunden auf mehr als 240000. Abends 9 Uhr fingen sie an sich einzustellen, am zahlreichsten waren sie aber früh 4 Uhr, indem um diese Zeit ein wahrer Regen von Leuchtkugeln den Himmel durchzog, denn tausende von leuchtenden Punkten und phosphorisch glänzenden Streifen waren gleichzeitig sichtbar.

In diesen Nächten, in denen die Zahl der Sternschnuppen so bedeutend ist, hat man niemals das geringste Geräusch wahrgenommen, welches mit ihrem Falle in Beziehung zu setzen wäre, ungeachtet man ganz besonders darauf achtete; gleichwohl betrachtet man die Sternschnuppen ihrem Wesen nach als mit den Feuerkugeln, deren Explosion bisweilen mit einer heftigen Lufterschütterung und donnerartigem Krachen verbunden ist, übereinstimmend. Als am 6. November 1548 in Thüringen eine Feuerkugel fiel, fand man eine rothe, geronnenem Blute ähnliche Substanz, welche man derselben zuschrieb. Nach Hammer fiel 1618 in Steiermark unter Blut- und Steinregen ein feuriges Meteor. Zwischen Rom und Siena fand man 1652 nach dem Falle eines derartigen Meteors eine gallertartige Masse. Diese Beispiele könnten leicht noch vermehrt werden.

Dem Falle von Meteorsteinen geht gewöhnlich eine Feuerkugel von grösserem oder geringerem Umfange voraus, die sich mit ungemeiner Schnelligkeit bewegt und in der Luft meistens zerplatzt. Das Volumen der Steine ist oft unbedeutend, bisweilen jedoch erreichten sie eine ziemliche Grösse und ein beträchtliches Gewicht; bald fällt nur ein einzelnes Stück, bald ist ihre Zahl ziemlich bedeutend. Zur Zeit des Tullus Hostilius wurde dem Könige und dem Senate angezeigt, dass auf dem *Mons Albanus* ein Steinregen stattgefunden habe. Die Sache schien unglaublich und es wurde zur genaueren Untersuchung eine Commission abgeschickt. Nach Livius[51]) waren die Steine dicht wie Hagel gefallen; er erzählt sogar, die Commission habe die Steine selbst fallen sehen. (?) Der berühmte Stein von Aegospotamos im thracischen Chersones soll

noch einmal so gross als ein Mühlstein gewesen sein, und der von Bahia die Länge von 6 bis 7 Fuss gehabt haben.[52])

Das Herabfallen so bedeutender Meteorsteine ist glücklicherweise nicht so häufig, wie das Fallen der Sternschnuppen und Feuerkugeln. Nach Schreibers sollen indessen immerhin ungefähr 700 jährlich auf der gesammten Erdoberfläche niederfallen, von denen freilich die Mehrzahl in dem Oceane versinkt. Als man noch das thatsächliche Herabfallen solcher Massen aus dem Himmel bestritt, wurden doch schon manche Unglücksfälle denselben zugeschrieben. Die Gefährten des Cortez sahen zu Cholula einen Aerolithen, von dem eine Pyramide beschädigt worden war; im Jahre 1674 sollen zwei schwedische Matrosen durch einen auf das Fahrzeug herabfallenden Meteorstein getödtet worden sein. Paolo Maria Terzago sprach sich, als ein Franziskaner-Mönch 1660 zu Mailand durch einen Aerolithen ums Leben kam, dahin aus, dass diese meteorischen Massen von den Mondvulkanen herrührten. Am 10. April 1851 wurde in Calabrien durch eine einschlagende Feuerkugel ein Schafstall in Asche gelegt. Am 13. Juni 1759 geschah dasselbe zu Captieux in der Gironde. Ein Bettler, der zufällig dort Schutz gesucht hatte, wurde der Brandstiftung angeklagt und sollte verurtheilt werden, als der Abbe Nollet, der zufällig zu Bordeaux war, davon hörte. Das hartnäckige Leugnen und das unverfängliche Benehmen des Angeklagten bestimmte ihn, eine genaue Nachforschung anzustellen und seine Bemühungen wurden durch Auffindung des Meteorsteins unter dem Schutte des Stalles belohnt, sodass auf seinen Bericht der Criminalsenat zu Bordeaux den Bettler freisprach.[53])

In welcher Höhe und auf welche Weise die Feuerkugeln und Meteorsteine glühend werden, ist noch nicht hinlänglich aufgeklärt. Soweit die grosse Schnelligkeit des Falles eine Schätzung möglich macht, müssen diese Meteore in der Secunde einen Weg von 4 bis 10 Meilen zurücklegen, also eine Geschwindigkeit haben, welche der unserer Erde mindestens gleichkommt. Man vermuthet, dass sie sich durch den Stoss und die Reibung an der Luft erhitzen, wenn sie in unsere Atmosphäre gelangen; dies allein dürfte indessen schwerlich als Ursache gelten können. Brandes hat zahlreiche Höhenbestimmungen unternommen und gefunden, dass die Entfernung der Sternschnuppen zwischen einer und 50 Meilen schwankt. Hiernach wären diese Meteore also zum Theil in einer Höhe, bis zu welcher die atmosphärische Luft gar nicht reicht. Die Feuerkugel, welche man gleichzeitig zu London, Paris und Lyon beobachtete, war jedenfalls ausserhalb unserer Atmosphäre. Poisson suchte deshalb den Grund des Glühendwerdens in einer Zersetzung der im Weltenraume befindlichen Elektricität, indem die eine Art der Elek-

tricität mit der entgegengesetzten des Meteores eine Verbindung eingehe. Bei der ungemeinen Zusammendrückung in Folge der Heftigkeit des Falles dieser Meteore wäre übrigens eine Selbstentzündung eines Gemenges von Gasarten, selbst ausserhalb unserer Atmosphäre, wohl denkbar.

Eine Untersuchung der Meteorsteine in Betreff ihrer inneren und äusseren Zusammensetzung ist von der grössten Wichtigkeit. In ihrer äusseren Form treten sie gewöhnlich als schräge Pyramiden oder als Prismen mit 4 bis 5 ungleichen Flächen auf. Besonders charakteristisch ist hierbei, dass sie sich stets als Bruchstücke eines grösseren Ganzen ergeben, dessen minder feste Theile sich im Augenblick der Explosion von dem festeren Kerne abgetrennt haben. Alle Meteorsteine haben eine lockere, schwärzliche, pechartigglänzende Kruste, wie man sie nie an den Steinen und metallischen Massen unserer Steinbrüche und unserer Gruben findet.

Die Meteorsteine enthalten je nach ihrer Natur sehr schwankende Mengen an Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Chrom, Zinn, Arsenik, Kieselerde, Thonerde, Kali, Natron, Magnesia, Kalk, Phosphor, Schwefel und Kohlenstoff, also einen grossen Theil der auf unseren Planeten vorkommenden einfachen Stoffe. Kohlenstoff, Mangan, Chrom, Kobalt und Arsenik finden sich nur in sehr geringen Mengen; Nickel fehlt bisweilen ganz und, wenn er vorkommt, beträgt er nur 2 bis 6, in manchen Fällen 8 bis 18 Procent. Kalk, Schwefel und namentlich Thonerde fehlen noch viel häufiger. Magnesia, Kieselerde und Eisen machen 21 bis 56 Procent aus. Nach Berzelius kommen diese verschiedenen Stoffe in den Meteorsteinen in folgender Weise vor: das Eisen zunächst regulinisch, dann als Schwefeleisen, Magneteisen, Chromerz; ferner Zinnoxyd, Olivinkrystalle, welche mit den irdischen Olivinen die grösste Uebereinstimmung zeigen, und endlich kieselsaure Salze, namentlich kieselsaure Magnesia in ganz beträchtlicher Menge. [54])

Man kann die Meteorsteine in steinige und metallische unterscheiden. Jene, welche bei weitem die Mehrzahl ausmachen, sind im Innern aschgrau, bekommen an der Luft Rostflecke, haben einen matten, erdigen, grobkörnigen Bruch, ritzen Glas und geben am Stahle Funken. Sie enthalten alle 3 bis 5 Procent Eisen und Nickel in Gestalt von mehr oder minder feinen Körnern. Diese, die metallischen Meteorsteine, enthalten bis zu 96 Procent Eisen mit 1 bis 6 Procent Nickel. Der Gehalt an Nickel ist ein sicheres Kennzeichen für den meteorischen Ursprung einer Eisenmasse. Das Eisen der Meteorsteine ist regulinisch, dehnbarer und heller als das gewöhnliche, mit welchem es sonst völlig übereinstimmt. Aus Unkunde und Aberglauben betrachtete man früher die vom Himmel gefallenen Steine mit einer gewissen ehrfurchtsvollen Scheu. Die Ka-

lifen und mongolischen Fürsten liessen sich aus dem Eisen der Meteorsteine Degenklingen schmieden.

Das Auftreten der Meteorsteine als Bruchstücke, ihre feine und schwarze Kruste, der Gehalt an Nickel, das gediegene Eisen, aus welchem sie bestehen, sind die vier Hauptmerkmale der Aerolithen und bieten einen zuverlässigen Anhalt, um über den meteorischen Ursprung von derartigen Massen zu entscheiden. Hierdurch hat man z. B. folgende Massen als meteorische erkannt: den 260 Pfund schweren Stein, welcher 1492 unweit Ensisheim im Elsass gefallen sein soll; die 400 Centner schwere Masse, welche man in der Nähe von Durango in Biscaia auffand, desgleichen die auf 30000 Pfund geschätzte Masse von St. Jago; den ungeheueren Steinblock, von 50 bis 60 Fuss Höhe, welchen man an der Mündung des gelben Flusses in China entdeckte; den schwarzen Stein, welchen Pallas 1771 in Sibirien sah und dem die Tartaren, weil er vom Himmel gekommen sein sollte, göttliche Verehrung erwiesen; endlich die zahlreichen Aerolithen, welche man an der Baffinsbai, am Vorgebirge der guten Hoffnung, in Polen, in Ungarn, in Frankreich und sonstigen Gegenden der Erde entdeckt hat.

Ursprung der Sternschnuppen und Meteorsteine.

Vor Chladni schenkte man den Berichten über das Herabfallen von Steinen aus dem Himmel, selbst wenn sie von Augenzeugen herrührten, wenig Glauben; als dieser jedoch durch seine Nachforschungen die Thatsache festgestellt hatte, stellte man mehrere Hypothesen über ihre Entstehungs- und Bildungsweise auf. Einige meinten nun diese Massen rührten von der Erde her, andere liessen sie von den Mondvulkanen ausgeworfen werden, die Mehrzahl der Naturforscher aber gelangte zu der Ansicht, dass sie aus dem Weltenraume abstammten.

Aristoteles sprach sich wenigstens in Betreff des Steines von Aegospotamos für den terrestrischen Ursprung aus und meinte, derselbe sei durch einen Wirbelwind empor gehoben und fortgeschleudert. Bei vielen Meteorsteinen behauptete man, sie seien aus den Vulkanen der Erde ausgeworfene und weit fortgeschleuderte Stücken. Dass diese Ansichten unhaltbar sind, geht schon daraus hervor, dass, wie wir vorher gesehen haben, den Aerolithen Merkmale zukommen, welche der Erde entstammenden Massen fehlen. Vulkanische Auswürflinge sind völlig verschieden von den meteorischen Stoffen, welche beim Steinregen herabfallen; ausserdem kommen dergleichen Steinregen auch in Gegenden vor, in denen keine Vulkane sind, und selbst zu Zeiten, wo auch an entfernteren Vulkanen keine Eruption stattfindet.

Kepler suchte den Ursprung der Feuerkugeln in den irdischen

Ausdünstungen, welche weit hinauf in die Luft emporstiegen und sich dort vereinigten. Ideler, Egen und Fischer betrachten diese Feuermeteore als atmosphärische Produkte. Nach Ideler werden sie durch den Niederschlag animalischer, vegetabilischer und mineralischer Stoffe erzeugt, welche in grossen Quantitäten in der Atmosphäre enthalten sein sollen, wobei er sich namentlich mit darauf stützt, dass man oft Hagelkörner mit einem metallischen Kerne findet. Ferner sagt er, die Steine fielen öfters während eines Gewitters, man sehe die Wolke, in der sie sich bildeten und aus der sie herabkämen, und den Einwand, dass man doch bisweilen keine Wolke wahrnehme und kein Geräusch höre, sucht er dadurch zu entkräften, dass es bisweilen auch bei heiterem Himmel regne, und dass der Regen nicht immer von Blitz und Donner begleitet sei. Egen weist darauf hin, dass sich eine grosse Menge metallischer Stoffe in Gasgestalt in die Atmosphäre erhebe. Die Hüttenprocesse zu Clausthal steuern hierzu z. B. jährlich über 20 Millionen Pfund bei an Wasserdünsten, Eisen, Blei, Zink, Schwefel, Antimon, Arsenik, alles Stoffe, von welchen Brandes und Zimmermann bei der Analyse von Regenwasser Spuren gefunden haben. Egen sagt: „Vor dem Herabfallen der Aerolithen sieht man oft den Himmel mit einer Wolke bedeckt und mit Gewalt tritt die Condensation der metallischen Dünste ein; bisweilen donnert es sogar mehrere Minuten vor der Explosion.“ Fusinieri schreibt die Bildung der Meteorsteine ebenfalls der Condensation von Dünsten in der Atmosphäre zu. Nach dieser Hypothese ist es jedoch schwer zu begreifen, wie die in einem weiten Raume verbreiteten Dünste sich auf einmal vereinigen und entweder eine einzige ungeheuere Masse oder einen wahren Hagel von mehrere Pfund schweren Steinen bilden können. Noch schlagender ist jedoch der aus der Beschaffenheit der Meteorsteine hergenommene Einwand, nämlich dass das in ihnen enthaltene Eisen stets gediegen und niemals oxydirt ist,[55]) ein offenbarer Beweis, dass die Gegend, in welcher sie entstehen, weder Wasser noch Sauerstoff enthält. Aus diesem Grunde, dem man noch manche andere hinzufügen könnte, ist also die atmosphärische Hypothese entschieden zu verwerfen.

Dass ein italienischer Naturforscher die Meteorsteine von den Mondvulkanen herkommen liess, haben wir bereits oben gesehen. Diese Ansicht fand früher viel Beifall, wurde von sehr vielen der neueren Naturforscher angenommen und namentlich durch Laplace verfochten. Da der Mond weder Luft noch Wasser besitzt, so liesse sich wohl begreifen, warum die Aerolithen niemals (selten) oxydirtes Eisen enthalten; ausserdem brauchte man nur anzunehmen, dass die Mondvulkane diese Auswürflinge so hoch empor schleuderten, dass sie in die Anziehungssphäre der Erde fallen müssten. Die Erdvulkane

ertheilen den Massen, welche sie herauswerfen, eine Geschwindigkeit von etwa 1200 Fuss in der Secunde, an dem Pic von Teneriffa will man sogar Beobachtungen gemacht haben, die für eine Geschwindigkeit von 2100 Fuss sprechen. Olbers, Laplace und Biot haben nun untersucht, welche Geschwindigkeit eine auf dem Monde emporgeschleuderte Masse wenigstens haben müsse, damit sie zur Erde fallen würde. Man kam auf eine Geschwindigkeit von über 10000 Fuss, also auf die fünffache bis sechsfache Geschwindigkeit einer Kanonenkugel; Olbers zeigte jedoch, dass bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 8000 Fuss die von dem Monde ausgeworfenen Steine nur mit einer Geschwindigkeit von etwa $1^1/_2$ Meile auf der Erde ankommen würden. Da nun nach Brandes und Chladni die Feuerkugeln und Sternschnuppen eine Geschwindigkeit von 4 bis 10 Meilen in der Secunde besitzen, so müsste die Anfangsgeschwindigkeit noch grösser sein, und somit spricht die Rechnung gegen einen selenitischen Ursprung. Diese Ansicht wurde daher auch, so beifällig sie auch zuerst aufgenommen worden war, aufgegeben, selbst Laplace überzeugte sich von ihrer Unhaltbarkeit und sprach sich später dahin aus, dass es am wahrscheinlichsten sei, diese Feuermeteore kämen aus dem allgemeinen Weltenraume. [56])

Die jetzt wohl allgemein angenommene Hypothese von dem kosmischen Ursprunge der Sternschnuppen, Feuerkugeln und Aerolithen, ist übrigens eine sehr alte. Schon die Epicuräer hatten diese Ansicht und hielten diese Meteore für wirkliche Sterne; *) sie betrachteten dieselben als ein Zeichen, dass die Welt alt geworden sei und wohl bald ganz zusammenstürzen werde,**) denn die Aerolithen seien bereits einzelne Stücken dieses alten Gebäudes. Aristoteles konnte sich nicht enthalten, diese Ansicht zu bespötteln, und sagte, er habe wohl manchmal an den Einsturz seines Hauses gedacht, aber nun sehe er, dass er von einem viel schlimmeren Einsturze, nämlich dem des ganzen Himmelsgewölbes bedroht sei. Die Hypothese des Diogenes, eines Schülers des Anaximenes, kommt den neueren Ansichten viel näher; er sagt nämlich, dass es unter den sichtbaren Sternen auch viele unsichtbare gebe, die bisweilen auf die Erde herabfielen und dort auslöschten, wie es z. B. mit dem Steine von Aegospotamos gewesen sei.

Diese Hypothese des Diogenes ist eigentlich auch die von Halley, Laplace, Arago, v. Humboldt u. a. namentlich die von Chladni, welcher sie mit der grössten Ausdauer und entschiedenem Geschicke und Glücke ausbildete. Nach der Ansicht

*) *Non cadere in terram stellas et sidera cernis? Lucretius.*

**) *Sic igitur magni quoque circum moenia mundi,*
Expugnata dabunt labem putresque ruinas.

dieser Naturforscher giebt es abgesehen von den Fixsternen, Planeten und Kometen in dem Weltenraume noch eine grosse Menge anderer Körper, welche theils ihres geringen Volumens, theils ihrer grossen Entfernung wegen nicht sichtbar seien. Chladni und Schnurrer schrieben z. B. die Lichtschwächung, welche man bisweilen an der Sonne wahrnimmt, dem Vorübergange von Tausenden solcher kleinen Körper zwischen Sonne und Erde zu, und ebenso vermuthet man, dass die leuchtenden Punkte, welche bisweilen durch das Gesichtsfeld der Fernröhre ziehen, von ihnen herrühren.

Man nennt die Unmasse von kleinen Himmelskörpern, welche den Weltenraum in einer ungeheueren Zone bevölkern, sich um die Sonne bewegen und die Erdbahn an gewissen Stellen durchschneiden, Asteroiden.*) An manchen Stellen des Weltenraumes befinden sich ganze Schwärme von Asteroiden; ihre Bahnen schneiden die Ebene der Ecliptik an den Stellen, an welchen sich die Erde jährlich gegen den 10. August und in der Nacht vom 11. zum 12. November befindet; dann gerathen sie in die Anziehungssphäre der Erde, viele fallen auf diese herab und entzünden sich, so wie sie in die Luft kommen entweder durch Stoss, oder Zusammendrückung, oder durch elektrische Actionen, oder durch die Wärme, welche Metalle wie Silicium, Kalium, Aluminium etc. beim Zusammentreffen mit dem atmosphärischen Wasser entwickeln.

Die Hypothese, nach welcher die Sternschnuppen, Feuerkugeln und Meteorsteine kosmischen Ursprungs sind, erklärt vollständig die ungeheuere Menge derselben, das Vorkommen des gediegenen Eisens und des Nickels in denselben und überdies die periodische Wiederkehr dieser Meteore. Ob diese Tausende von kleinen Himmelskörpern Bruchstücke eines zersprengten grösseren Körpers seien oder kleine Planeten, die sich aus der gasförmigen Sonnenatmosphäre durch Condensation gebildet haben, oder eine selbstständige kosmische Materie, aus welcher neue Weltenkörper hervorgehen, lässt sich nach dem jetzigen Standpunkte noch nicht entscheiden. Höchst interessant und überraschend ist jedenfalls das Ergebniss der Analyse der meteorischen Massen, dass man nämlich in diesen unserer Atmosphäre entschieden nicht angehörigen Himmelskörpern, wenn auch in geringerer Zahl, als auf unserer Erde, doch dieselben Elemente findet und keinen einzigen auf dieser nicht vorhandenen Stoff.[54])

*) Petit, Director des Observatoriums zu Toulouse, schreibt den Asteroiden auch einen Einfluss auf die Temperatur zu und zwar der Art, dass eine Temperaturerniedrigung erfolgt, wenn sie zwischen Sonne und Erde hindurch gehen und eine Temperaturerhöhung, wenn sie ausserhalb der Erdbahn vorbei ziehen, indem sie dann die sonst verloren gehenden Sonnenstrahlen durch Reflexion der Erde zusendeten. Die Temperaturerhöhung, die gewöhnlich Mitte Novembers eintritt und Spätsommer oder in Frankreich Martinssommer heisst, soll hierin ihren Grund haben.[57])

Wir dürfen daher wohl den Schluss ziehen, dass in unserem Planetensysteme und vielleicht im ganzen Weltenraume Alles aus denselben Stoffen gebildet ist und somit eine Einheit in der ganzen Natur besteht, wofür ja auch das unter allen Himmelskörpern gültige Gravitationsgesetz spricht, und die Licht- und Wärmephänomene, ebenso wohl auch die Elektricitätsverhältnisse Zeugniss ablegen. Wenn nun die Analyse der Aerolithen uns zu dem Schlusse berechtigt, dass die Welten ohne Zahl, welche den allgemeinen Himmelsraum bevölkern, unserem Erdkörper gleichen, wird dann auf ihnen auch Leben herrschen? Welches werden die näheren Verhältnisse sein? u. s. w. Wir müssen hier ehrfurchtsvoll vor dem Geheimnisse still stehen; ein undurchdringlicher Schleier ist hier vorgezogen.

DREIZEHNTES CAPITEL.

Einfluss der Mondphasen auf die Vorgänge in der Atmosphäre und auf das Pflanzenreich.

Der Mond hat von jeher unter allen Himmelskörpern die Aufmerksamkeit der Menschen am meisten auf sich gezogen. Seine grosse Nähe, seine Phasen, seine Finsternisse, sein mildes Licht waren Veranlassung, dass man schon früh ihm einen mächtigen Einfluss auf die irdischen Phänomene sogar auf die Erscheinungen in der organischen Welt zuschrieb. Die neueren Astronomen theilen jedoch den allgemeinen Glauben nicht; sie gestehen zwar zu, dass die Ebbe und Fluth des Meeres der Anziehung des Mondes hauptsächlich zuzuschreiben sind, wie es bereits Kepler behauptet hatte und wie Newton, Bernouilli und Laplace ausser Zweifel gesetzt haben; aber eine Einwirkung des Mondes auf die Organismen bestreitet die Mehrzahl derselben. Ehe wir hierauf näher eingehen und die hierbei in Frage kommenden Beobachtungen mittheilen, dürfte es nicht unzweckmässig sein, über die Bewegungsverhältnisse unseres Trabanten mit Beziehung auf die Erde einige Angaben aufzunehmen.

Die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde beträgt nach den Messungen von la Caille und Lalande, von denen der eine sich nach dem Vorgebirge der Guten Hoffnung, der andere nach dem fast unter demselben Meridiane gelegenen Berlin begeben hatte, 86000 Lieues (51315 geogr. Meilen, von denen 859,3 auf den Halbmesser des Aequators gehen). Sie beobachteten die Mondparallaxe 28 Tage lang, also während eines ganzen Mondumlaufes.

Der Monddurchmesser beträgt nach Mädler 468,5 geogr. Meilen; sein Volumen ist 49mal kleiner als das der Erde und 50,000000mal kleiner als das der Sonne. Die Dichtigkeit des Mondes ist geringer, als die der Erde, und beträgt, wenn man die der Erde = 1 setzt, nur 0,5614, so dass seine Masse nur $^1/_{88}$ der Erdmasse ausmacht; der Fallraum der Körper auf dem Monde beträgt in der ersten Secunde nur $2^{314}/_{1000}$ par. Fuss, auf der Erde hingegen $15^{11}{}_{100}$ par. Fuss. Nach Peter ist die mittlere Dichtigkeit 0,60429, die Mondmasse $^1/_{81,5}$ von derjenigen der Erde und der Fallraum in der ersten Secunde $2^{49}/_{100}$ par. Fuss. Mit Hülfe von starken Fernröhren kann man auf demselben noch Körper von etwa 3 Fuss Höhe unterscheiden. Der Mond bewegt sich um die Erde und folgt ihr auf ihrem Laufe um die Sonne. Ausser dieser Bewegung um die Erde hat er noch eine rotirende Bewegung um seine Axe und zwar in der Weise, dass er uns immer dieselbe Hälfte seiner Oberfläche zukehrt. Die mittlere Geschwindigkeit des Mondes in seiner Bahn ist $^{13}/_{100}$ Meilen oder 3046 par. Fuss, während die der Erde in ihrer Bahn um die Sonne $4^1/_{10}$ geogr. Meilen oder 93660 par. Fuss ausmacht. Dass der Mond sich in derselben Zeit einmal um seine Axe dreht, in welcher er sich einmal um die Erde bewegt, geht daraus hervor, dass wir seit den Zeiten des Pythagoras und Plutarch, abgesehen von den Veränderungen in Folge der Libration, immer dasselbe Bild seiner Oberfläche erblicken. Durch das Fernrohr ist dieselbe so genau untersucht, dass wir, wie v. Humboldt sagt, die Geographie dieses Himmelskörpers besser kennen als die des Innern von Afrika.

Die Dauer eines Mondumlaufes zerfällt in vier Viertel oder Perioden, welche durch die sogenannten Mondphasen d. h. durch seine regelmässig wechselnden Lichtgestalten charakterisirt werden. Steht der Mond in Conjunction, d. h. befindet er sich zwischen Erde und Sonne, so ist die uns zugewendete Seite desselben dunkel und die von uns abgewendete erleuchtet; er ist dann für uns unsichtbar und wir sagen es sei Neumond. Ist er auf diese Weise etwa drei Tage lang unsichtbar gewesen, so erscheint er Abends, kurz nach Sonnenuntergang, auf seiner rechten Seite mit einer schmalen leuchtenden Sichel, deren Spitzen oder Hörner von der Sonne abgewendet sind. Immer mehr entfernt sich nun der Mond von der Sonne, mit jedem Tage bleibt er länger über unserem Horizonte sichtbar und die leuchtende Sichel nimmt immer mehr an Breite zu. Am siebenten Tage steht der Mond in der ersten Quadratur oder im ersten Viertel, geht um 6 Uhr Abends durch den Meridian, und sein erleuchteter Theil bildet einen Halbkreis. Von da an rundet sich die erleuchtete Scheibe mit jedem Tage mehr ab; der Mond entfernt sich hierbei immer mehr von der Sonne, geht immer später durch den

Meridian und endlich nach abermals 7 Tagen, also am 14. Tage, erscheint derselbe in seiner ganzen Oberfläche erleuchtet. Er geht dann um Mitternacht durch den Meridian und steht mit der Sonne in Opposition. Die Conjunctionen und Oppositionen des Mondes nennt man auch die Syzygien. Während dieser Zeit vom Neumonde an bis zum Vollmonde sagt man: es sei zunehmender Mond; nun beginnt der abnehmende Mond. Die Scheibe bleibt nicht mehr völlig rund, der leuchtende Theil wird mit jedem Tage kleiner und am 21. Tage, in der zweiten Quadratur oder im letzten Viertel, leuchtet wieder nur ein Halbkreis. Hierauf nimmt der Halbkreis immer mehr die Sichelform an, wieder mit von der Sonne abgewendeten Hörnern oder Spitzen. Endlich am 28. Tage steht der Mond wieder in Conjunction und verschwindet in den Strahlen der Sonne; er geht dann mit der Sonne auf und unter, tritt zu Mittag in den Meridian und seine ganze uns zugewendete Seite ist uns unsichtbar.

Aus den Phasen des Mondes geht hervor, dass er ein an sich dunkler, aber von der Sonne erleuchteter Körper ist. Die Erde würde von dem Monde aus betrachtet eben solche Lichtphasen zeigen nur mit dem Unterschiede, dass, wenn wir Neumond haben, vom Monde aus die Erde als Vollerde, und wenn wir Vollmond haben, vom Monde aus die Erde als Neuerde erscheinen, und dass die Erdscheibe einen 13mal grösseren Durchmesser haben würde. Das Licht, welches der Mond von der selbst erst durch die Sonne erleuchteten Erde erhält und wieder zurückstrahlt, ist sehr schwach und zwar zeigt es sich als das sogenannte aschgraue Licht, dessen Ursprung Leonardo da Vinci[58]) zuerst erkannt haben soll.

Der Mond beschreibt, wenn wir die Erde als stillstehend betrachten, um diese eine Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Erde ihre Stelle einnimmt. Befindet sich der Mond an dem der Erde nächsten Ende der grossen Axe dieser Ellipse, so steht er in dem Perigeum; befindet er sich an dem entfernteren Ende der grossen Axe, hat derselbe also seinen grössten Abstand von der Erde, so steht er im Apogeum. Das Perigeum und Apogeum nennt man auch die Apsiden und die sie verbindende, durch den Mittelpunkt der Erde gehende gerade Linie die Apsidenlinie. Unter einem siderischen Umlaufe des Mondes oder siderischen Monate verstehen wir die Zeit, welche der Mond unter der Annahme, dass die Erde still stände, brauchen würde, um zu demselben Fixsterne zurückzukehren, was 27 Tage 7 St. 43 Min. $11^1/_2$ Sec. beträgt; unter einem synodischen Monate hingegen die Zeit von einem Neumonde bis zum nächsten, wozu, da wegen der Eigenbewegung der Erde die Sonne scheinbar fortgerückt ist, über zwei Tage mehr,

nämlich 29 Tage 12 St. 14 Min. $2^{7}/_{10}$ Sec. erforderlich sind; unter einem anomalistischen Monate endlich die Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Stellungen des Mondes in dem Perigeum, was, da die Apsidenlinie eine rechtläufige Bewegung hat, mehr als einen siderischen Monat, nämlich 27 Tage 13 St. 21 Min. 3,36 Sec. ausmacht. Der synodische Monat ist der eigentliche Mondmonat; auf ein Mondjahr kommen also 12 synodische Monate oder ungefähr 354 Tage, mithin 11 Tage weniger, als ein gemeines Jahr zählt.

Die Apsiden des Mondes rücken täglich ungefähr 6′ 41″ von Westen nach Osten unter den Fixsternen vorwärts, in 365 Tagen um $40^{0},6488$, so dass sie also in 9 Jahren einen vollen Umlauf am Himmel zurücklegen.

Die Mondbahn ist gegen die Ecliptik um 5° 8′ 47″,9 geneigt, und die Knoten des Mondes gehen in jedem gemeinen Jahre um $19^{0},3426$ in der Ecliptik rückwärts, so dass sie ihren siderischen Umlauf in 18 bis 19 Jahren, nämlich in 6893,27587 Tagen vollenden. Dies macht 235 Mondumläufe, und nach dieser Periode fallen mithin die Neumonde und Vollmonde, ebenso die Mondphasen nicht nur auf dieselben Tage, sondern auch fast auf dieselben Stunden, so dass man nur während einer solchen Periode diese Erscheinungen registrirt zu haben braucht, um sie für die Folgezeit im Voraus angeben zu können. Für längere Epochen muss man freilich eine Correction anbringen, da 19 Jahre nicht genau 235 Mondumläufe ausmachen, sondern etwa $1^{1}/_{2}$ Stunde mehr betragen, was nach $312^{1}/_{2}$ Jahren schon einen ganzen Tag ausmacht. Dieser also nur für lange Perioden nicht ganz genaue Mondcyclus hat die Bezeichnung „die güldene Zahl“ erhalten, weil die Athenienser, als Meton 432 v. Chr. ihnen dies interessante Resultat mittheilte, die Tabelle in goldenen Buchstaben auf eine Tafel setzen liessen. Das Jahr 1 unserer Zeitrechnung war das zweite eines Mondcyclus; man findet also die güldene Zahl jedes Jahres, wenn man zu der Jahreszahl 1 addirt und diese Summe durch 19 dividirt. Der Rest ist die gesuchte güldene Zahl. Für 1858 ist dieselbe 16, und bis dahin sind von Anfang unserer Zeitrechnung an 97 Mondcyclen verflossen. Bei unserer Kalenderrechnung spielt diese Zahl eine Hauptrolle; denn mit ihrer Hülfe und der Epakte, welche die Anzahl der Tage angiebt, um welche der letzte Neumond im vorigen Jahre dem Neujahrstage des betreffenden Jahres vorausgegangen ist, wird das Osterfest festgesetzt und die beweglichen Feste mithin überhaupt. Ostern kann nicht vor den 22. März und nicht nach dem 25. April fallen, da es auf dem ersten Sonntag, nach dem ersten Vollmonde nach Frühlingsanfang liegt.

Da die Erde ein undurchsichtiger Körper ist, so befindet sich in von der Sonne abgewendeter Richtung, also hinter ihr, ein

Schattenkegel von etwa dreifacher Länge des Mondabstandes von der Erde: Tritt der Mond in diesen Schatten, so können die Sonnenstrahlen ihn nicht treffen, und es findet eine Mondfinsterniss statt. Es kann sich dies nur zur Zeit des Vollmondes ereignen, braucht jedoch nicht bei jeder Opposition einzutreten, weil die Bahn des Mondes nicht mit der Ecliptik zusammenfällt. Der Mond muss dann in einem Knoten oder wenigstens nicht weit von einem solchen stehen. Tritt der Mond ganz und gar in den Schatten, so ist die Finsterniss eine totale; geräth er nur zum Theil in denselben, so eine partiale. Selbst bei einer totalen Finsterniss ist der Mond gewöhnlich noch in einem röthlichen Lichte zu sehen in Folge der Brechung der Sonnenstrahlen in den atmosphärischen Schichten; nur wenn die Luft sehr mit Dünsten beladen ist, kann der Mond dann ganz unsichtbar werden.

Eine Sonnenfinsterniss tritt ein, wenn der Mond zwischen Sonne und Erde steht, und kann also nur zur Zeit der Conjunction d. h. des Neumondes stattfinden. Sonne, Mond und Erde müssen genau oder ziemlich genau in gerader Linie stehen; der Mond muss also zur Zeit des Neumondes in einem Knoten oder in der Nähe eines solchen sich befinden. Eine eigentliche Verfinsterung der Sonne findet dann nicht statt, sondern eigentlich eine Erdfinsterniss; der Mond nämlich wirft ebenfalls einen Schatten, der, je nach der Entfernung des Mondes, bis zur Erde reicht, oder sie nur mit seiner Spitze trifft, oder noch von der Oberfläche der Erde in einem gewissen Abstande bleibt. Reicht der Schatten des Mondes bis zur Erde, so werden alle in dem Kernschatten sich aufhaltenden Erdbewohner die Sonne gar nicht sehen und eine totale Sonnenfinsterniss haben. Innerhalb des Halbschattens wird sich gleichzeitig eine partiale Sonnenfinsterniss zeigen. Reicht der Schatten gerade mit seiner Spitze bis zur Erde, so hat man an allen von der Spitze nach und nach getroffenen Stellen der Erde einen Augenblick lang eine totale Sonnenfinsterniss, innerhalb des Halbschattens aber eine partiale. Bleibt die Schattenspitze noch in einem Abstande von der Erde, so zeigt sich an der Stelle, an welche die Axe des Schattenkegels hintrifft, eine centrale ringförmige Sonnenfinsterniss, indem die Mitte der Sonne dunkel und von einem allenthalben gleich breiten hellen Ringe umgeben erscheint. In dem Raume, welcher in dem über die Spitze verlängert gedachten Mantel des Schattenkegels liegt, zeigt sich ebenfalls eine ringförmige Sonnenfinsterniss, der Ring ist jedoch nicht allenthalben von gleicher Breite. Ausserhalb dieses Raumes in dem Halbschatten ist die Sonnenfinsterniss partial. Der Mond zieht vor der Sonne vorüber wie eine Wolke; daher ist jede Sonnenfinsterniss nur auf einem bestimmten Theile der Erdoberfläche sichtbar und ihre Erscheinung für

die verschiedenen Orte gleichzeitig verschieden. Man hat berechnet, dass von 1769 bis 1900, also in 132 Jahren, keine totale Sonnenfinsterniss sich ereignet, und dass unter 59 zu Paris sichtbaren Sonnenfinsternissen nur eine einzige ringförmige, nämlich die vom 9. October 1847, ist. Im Durchschnitt hat jeder Ort nur alle 2 Jahre eine sichtbare Sonnenfinsterniss und nur alle 200 Jahre etwa eine totale.*)

Wir beschränken uns auf diese astronomischen Angaben, und wenden uns nun zu dem Einflusse des Mondes auf die atmosphärischen Verhältnisse und auf die Organismen, wobei uns namentlich das Material, welches das Jahrbuch des Längenbüreaus (*Annuaire du bureau des longitudes*) in so reichem Maasse bietet, die nöthigen Anhaltepunkte liefern wird. Olbers, Arzt und Astronom zu Bremen, Entdecker der Planeten Pallas und Vesta, gest. 1840, sagt: „Eine Einwirkung des Mondes auf unsere Atmosphäre mit Rücksicht auf seine Anziehungskraft und auf sein Licht wäre wohl möglich; die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass die Mondphasen und die verschiedenen Stellungen dieses Himmelskörpers zur Sonne und Erde überhaupt jedenfalls nur einen sehr geringen Einfluss auf das Wetter ausüben, da man selbst aus langjährigen Beobachtungen keinen Zusammenhang hat entdecken können .... Ein entscheidender Beweis dafür, dass dieser Einfluss, wenn er überhaupt stattfindet, äusserst gering sein muss, ist der, dass von einem solchen in den Tropengegenden, wo derselbe doch sich am ersten herausstellen müsste, auch nicht eine Spur zu entdecken ist. Wärme, Regen, Winde etc. hängen daselbst einzig und allein von dem Sonnenstande ab, ohne dass die Stellung des Mondes oder seine Phasen dabei in Betracht kommen." Brandes stellte dann über die atmosphärischen Variationen des Jahres 1783 Untersuchungen an und fand, dass die Mondphasen auf einem grossen Theile der Erdoberfläche ohne allen Einfluss gewesen waren. Das verschiedenartigste Wetter herrschte nach demselben gleichzeitig in verschiedenen Gegenden. Bode fand ein Gleiches bei der Sonnenfinsterniss des 18. November 1816. Dessenungeachtet ist Olbers der Ansicht, dass der Mond indirect, nämlich durch seinen Einfluss auf die Bewegung des Wassers des Oceans, auf die Aenderung des Wetters einwirken könne. An den Meeresküsten will man in der That die Beobachtung gemacht haben, dass die Stärke und die Richtung der Winde, ebenso die

*) Thales von Milet verkündete die Sonnenfinsterniss vom 28. Mai 585 v. Chr. vorher. Sulpicius Gallus, der mit Marcellus zusammen Consul war, hat ein Buch über diese Phänomene geschrieben. Nach Plinius (*Hist. nat.*, II. cap. 9) hat Hipparch die Stellungen der Sonne und des Mondes nach Monaten, Tagen und Stunden für verschiedene Orte der Erde mit grösster Genauigkeit auf 600 Jahre vorhergesagt.

Wolken, mit Ebbe und Fluth in Beziehung stehen. Dieser Einfluss, wenn er ja stattfinden sollte, erscheint jedoch in Rücksicht auf die vielen anderen das Gleichtgewicht unserer so leicht beweglichen Atmosphäre störenden Kräfte und Ursachen so gering, dass er dagegen so gut wie verschwindet.

In dem Jahrbuche des Längenbüreaus für 1833 unterwarf Arago die in Rede stehende Frage einer neuen Untersuchung, indem er langjährige Beobachtungen von Schübler und Pilgram zu Grunde legte. Hierbei kam er auf einige unerwartete, mit den Olbers'schen Ansichten nicht im Einklange stehende Resultate. Schübler's Arbeit basirte auf 20jährigen Beobachtungen, die in Deutschland angestellt worden waren, nämlich zu Stuttgart von 1809 bis 1812 und zu Augsburg von 1813 bis 1828. Wie die Regenverhältnisse in diesem Zeitraum innerhalb der verschiedenen Mondperioden gewesen sind, zeigt folgende Tabelle:

Vom Neumonde bis zum 1. Viertel waren	764	Regentage.
Vom 1. Viertel bis zum Vollmonde -	845	-
Vom Vollmonde bis zum letzten Viertel -	761	-
Vom letzten Viertel bis zum Neumonde -	696	-

Es ergeben sich also:

Bei zunehmendem Monde	1609	Regentage.
Bei abnehmendem Monde	1457	-
Bei zunehmendem Monde also mehr	152	-

Das Maximum der Regentage tritt zwischen dem ersten Viertel und dem Vollmonde ein, das Minimum zwischen dem letzten Viertel und dem Neumonde, ein Resultat, welches sich auf gleiche Weise herausstellt, mag man alle 20 Jahre oder nur eine Reihe von 4 Jahren in Rechnung nehmen. Schübler rechnete jeden Tag als Regentag, bei welchem wenigstens eine Regenmenge von $^2/_{100}$ Linie in dem meteorologischen Journale verzeichnet war.

Diese ersten Ergebnisse waren Veranlassung, dass Schübler, Professor in Tübingen, noch auf nähere Untersuchungen einstieg, und zwar, anstatt die vier Mondphasen zu Grunde zu legen, die Zahl der Regentage an bestimmten Tagen des Mondumlaufes zu bestimmen suchte, wobei er zu den oben angegebenen 20jährigen Beobachtungen noch Münchener Beobachtungen von 1781 bis 1788 hinzunahm. Folgende Tabelle giebt eine Uebersicht dieser Untersuchungen:

Am Tage des Neumondes fanden sich	148	Regentage.
Am darauffolgenden Tage . . .	148	-
Am Tage des ersten Octanten . .	152	-
Am darauffolgenden Tage . . .	148	-
Am Tage des ersten Viertels . .	156	-

Am darauffolgenden Tage . .	151	Regentage.
Am Tage des zweiten Octanten	164	-
Am darauffolgenden Tage . .	167	- Maximum.
Am Tage des Vollmondes . .	162	-
Am darauffolgenden Tage . .	161	-
Am Tage des dritten Octanten .	161	-
Am darauffolgenden Tage . .	150	-
Am Tage des letzten Viertel .	130	-
Am darauffolgenden Tage . .	140	-
Am Tage des vierten Octanten .	138	-
Am darauffolgenden Tage . .	129	- Minimum.

Die Zunahme der Regentage von dem Neumonde an bis zu dem zweiten Octanten, ebenso die darauffolgende allmälige Abnahme und endlich das Minimum von dem letzten Viertel bis zu dem auf den vierten Octanten folgenden Tag treten hier entschieden heraus. Dass man dies Resultat bereits im Alterthume gekannt habe, scheint aus einer Stelle in den Saturnalien des Macrobius hervorzugehen, in der es heisst, dass es zur Zeit des Vollmondes viel Regen und bei heiterem Himmel starken Thau gebe, weshalb auch der griechische Dichter Alcman den Thau ein Kind der Luft und des Mondes genannt habe.

Es fragt sich nun, ob das obige Verhältniss auch in Gegenden gilt, in denen sonst, namentlich in Betreff der Regenmenge, Unterschiede auftreten. In Wien z. B. ist die jährliche Regenmenge nur 16,67 preuss. Zoll, während sie in Stuttgart auf 24,5 steigt und in Augsburg sogar 37,12 erreicht. Pilgram fand nun unter 100 Beobachtungen zu Wien vom Jahre 1788

Zur Zeit des Neumondes	26 Regen.
An den beiden Vierteln im Mittel .	25 -
Zur Zeit des Vollmondes	29 -

Wir sehen also, dass auch zu Wien wie zu Stuttgart und Augsburg zur Zeit des Vollmondes der Regen häufiger ist als zur Zeit des Neumondes. Mit den Resultaten von Schübler und Pilgram stimmen indessen die von Poitevin zu Montpellier nicht, der aus zehnjährigen Beobachtungen Folgendes fand:

Es kam	1	Regentag	auf	4 Neumonde.
„ „	1	„	„	7 erste Viertel.
„ „	1	„	„	5 Vollmonde.
„ „	1	„	„	4 letzte Viertel.

Schübler's Regel scheint also doch nicht auf Allgemeingültigkeit Anspruch machen zu können, wenn auch Poitevin nur 10 Jahre seiner Untersuchung zu Grunde legte.

Aus den Augsburger Beobachtungen, die sich auf einen Zeit-

raum von 20 Jahren erstreckten, hat Schübler ferner noch den Einfluss der Mondphasen auf die Heiterkeit des Himmels und auf die Regenmenge festzustellen gesucht. Heiter nennt er einen Tag, wenn früh um 7 Uhr, Nachmittags um 2 Uhr und Abends um 9 Uhr der Himmel wolkenfrei ist, und trübe, wenn zu denselben Stunden der ganze Himmel bezogen erscheint. Er fand:

	Heitere Tage.	Trübe Tage.	Regenmenge.
Am Neumonde	31	61	299 par Linien.
Am ersten Viertel	38	57	277 „ „
Am zweiten Octanten	25	65	301 „ „
Am Vollmonde	26	61	278 „ „
Am letzten Viertel	41	53	220 „ „

Zur Zeit des letzten Viertels würden hiernach die heiteren Tage und zur Zeit des zweiten Octanten die trüben häufiger sein; ebenso würde das Maximum der Regenmenge auf den zweiten Octanten und das Minimum derselben auf das letzte Viertel fallen.

Nachdem Schübler und Pilgram auf diese Weise einen Einfluss der Mondphasen auf unsere Atmosphäre nachgewiesen hatten, untersuchten sie, ob die grössere oder geringere Entfernung des Mondes von der Erde von irgendwelchem Einflusse sei. Während der 371 anomalistischen Monate, welche 20 Jahre umfassten, fand Schübler, dass es geregnet hat

während der 7 Tage um das Perigeum 1169mal
und während der 7 Tage um das Apogeum 1096mal.

Pilgram fand aus den Wiener Beobachtungen:

zur Zeit des Perigeums 36 Regentage
und zur Zeit des Apogeums 20 „

Unter übrigens gleichen Verhältnissen würde hiernach es um so häufiger regnen, je näher der Mond der Erde steht.

Ausser den angeführten Untersuchungen hat man auch nach einer Abhängigkeit zwischen den Regentagen und den täglichen Mondstellungen, nämlich dem oberen und unteren Durchgang des Mondes durch den Meridian, dem Aufgange und Untergange desselben, gesucht. In einer von der Societät der Wissenschaften zu Montpellier im Jahre 1774 gekrönten Abhandlung Toaldo's in Padua findet man, dass unter 760 Fällen der Regen 646mal etwa eine halbe Stunde nach dem oberen oder unteren Meridiandurchgange des Mondes oder bei dem Auf- oder Untergange desselben begonnen hat, sodass unter 760 Regenfällen nur 114 von dem Einflusse des Mondes unabhängig gewesen wären. *)

*) Lord Macartney erzählt, dass in Cochinchina die Regenzeit in die Monate September, October und November falle; dass dann durch die von den Bergen

Wollte man nun aus dem Vorstehenden auf einen Einfluss des Mondes auf den Umschlag des Wetters schliessen, so wäre dies doch wohl zu schnell. Arago macht überdies darauf aufmerksam, dass der Ausdruck: „das Wetter ändere sich“ zu unbestimmt sei, und legt daher auch auf Toaldo's Angaben keinen Werth, nach welchen ein Umschlag des Wetters erfolgt sei

6mal bei 7 Stellungen im Neumonde,
5 „ „ 6 „ „ Vollmonde,
2 „ „ 3 „ „ in den Quadranten,
5 „ „ 6 „ „ in dem Perigeum,
4 „ „ 5 „ „ in dem Apogeum.

Stimmt dies Ergebniss auch mit dem allgemeinen Volksglauben, so hat doch nicht einmal Toaldo hierin einen Einfluss der Mondphasen sehen können; denn er fasste bei seinen Untersuchungen nicht blos den Tag des Mondwechsels ins Auge, sondern nahm noch auf den vorhergehenden und nachfolgenden Tag, ja bisweilen sogar auf die beiden vorangehenden und nachfolgenden Tage Rücksicht, und da ist es wohl, wie schon Arago bemerkt hat, kein Wunder, dass die Zahl der Wetterwechsel die Zahl des anhaltenden Wetters übertrifft. Ein Einfluss des Mondwechsels und des Mondstandes auf die Regenverhältnisse, und somit auf den Wetterwechsel dürfte sich indessen nicht wohl bestreiten lassen.

Einfluss des Mondes auf die Windrichtung und auf den mittleren Barometerstand.

Nach Schübler's Tabellen nehmen in Deutschland vom Neumonde an bis zum zweiten Octanten Süd- und Westwinde immer mehr zu; im letzten Viertel sind diese am seltensten und Ost- und Nordwinde haben dann die Oberhand. Arago stellt diesen Beobachtungen die von Flaugergues zu Viviers vom 19. October 1808 bis zum 18. October 1828 über den Barometerstand um die Mittagszeit zur Seite. Da hier die Sonne immer dieselbe Stellung einnahm, so kann man den Einfluss leichter übersehen.

Mittler Barometerstand zu Viviers.

	Millimeter.
Neumond	755,48
Erster Octant	755,44
Erstes Viertel	755,40

kommenden Giessbäche die Ebenen unter Wasser gesetzt würden; dass diese plötzlichen Ueberschwemmungen gewöhnlich alle vierzehn Tage einmal stattfanden und zwei bis dreimal 24 Stunden anhielten. Er fügt hierbei hinzu, es zeige sich eine Abhängigkeit von den Mondphasen und der Einfluss unseres Trabanten sei nicht zu bestreiten. Leider drückt sich Macartney nicht bestimmter aus.

	Millimeter.	
Zweiter Octant	754,79	(Minimum.)
Vollmond	755,30	
Dritter Octant	755,69	
Letztes Viertel	756,23	(Maximum.)
Vierter Octant	755,50	
Am Tage des Perigeums . .	754,73	
Am Tage des Apogeums . .	755,73	
Mittel bei den Quadraturen .	755,81	
Mittel bei den Syzygien . .	755,39	
Differenz zwischen den beiden letzteren Zeiten . . .	0,42	

Zu Paris fand Bouvard:

	Millimeter.
Zur Zeit der Quadraturen .	756,81
„ „ „ Syzygien .	756,90
Differenz	0,69

Die Beobachtungen über den Einfluss des Mondes auf die Windrichtung und auf den mittleren Barometerstand dienen den Ergebnissen, welche Schübler und Pilgram gefunden haben, zur Bestätigung. Süd- und Westwinde nämlich, welche in der Zeit vom Neumonde bis zum zweiten Octanten immer mehr zunehmen, sind die Regenwinde, während Ost- und Nordwinde zur Zeit des letzten Viertel mehr hervortreten; die Barometerbeobachtungen aber liefern dasselbe Resultat, denn, wenn es regnet, steht im Allgemeinen das Barometer niedrig, und so zeigt es sich auch in den Beobachtungen zu Viviers, bei welchen das Minimum des Barometerstandes wie das Maximum des Regens auf den zweiten Octanten fällt, während das Maximum des Barometerstandes und das Minimum des Regens auf das letzte Viertel treffen. Ebenso regnet es öfter zur Zeit des Perigeums als des Apogeums und auch der Barometerstand ist bei jener Mondstellung niedriger, als bei dieser. [59])

Der Mond übt also einen entschiedenen, wenn gleich nur schwachen Einfluss auf unsere Atmosphäre aus; denn die an zum Theil weit von einander entfernten Orten angestellten Beobachtungen haben nach den Untersuchungen von Schübler, Pilgram, Toaldo und Flaugergues doch im Wesentlichen zu demselben Resultate geführt. Eine solche Uebereinstimmung kann aber um so weniger ein Zufall sein, als sie das Ergebniss verschiedener Methoden ist und eine kurze Beobachtungsperiode dasselbe Resultat, wie eine längere liefert. Dass man es hier mit einer atmosphärischen Ebbe und Fluth zu thun habe, wie wir eine solche auf dem Meere finden, scheint Arago durchaus unwahrscheinlich; er vermuthet

vielmehr ein besonderes Princip, dessen Natur und Wirkungsweise jedoch noch nicht enträthselt ist.

Ueber die neunzehnjährigen und neunjährigen Perioden.

Da wie bereits erwähnt worden ist, nach 235 Mondmonaten, also nach ziemlich genau 19 Jahren Sonne, Mond und Erde fast genau dieselbe Stellung in Betreff der Mondphasen zu einander haben — eine Periode, deren Vorzüge Meton schon im Alterthume zeigte, und die man die güldene Zahl nannte —, so liegt die Vermuthung nahe, dass auch die Stärke der Ebbe und Fluth des Meeres an diese Periode gebunden sein dürfte, sodass man nur während eines Zeitraumes von 19 Jahren diese Phänomene genau zu beobachten nöthig hätte, um ihre Wiederkehr und ihre Grösse oder Stärke, ohne irgend eine andere Rechnung, voraus sagen zu können. Arago hat jedoch gezeigt, dass dem nicht so sein könne, weil in zwei aufeinander folgenden Perioden von 19 Jahren Sonne und Mond zwar zu denselben Zeiten von der Erde aus unter denselben Winkeln ständen, ihr Abstand von der Erde aber nicht derselbe sei, durch welchen die Stärke der Ebbe und Fluth bedingt werde. Aus einer solchen Periode kann man mithin nicht auf die folgenden schliessen.

Ebenso kann man die Frage aufwerfen, ob etwa in Betreff der Witterungsverhältnisse und der atmosphärischen Phänomene überhaupt eine solche neunzehnjährige Periode sich geltend mache. Arago ist überzeugt, dass einige Wetterpropheten von dieser Annahme bei ihren Prophezeihungen ausgegangen seien. Die Jahre 1701, 1720, 1739 1758, welche um je 19 Jahre auseinander liegen, hat man z. B. als Beleg für eine solche Periode angeführt, weil die entsprechenden Monate in Beziehung der Dürre oder Feuchtigkeit übereingestimmt hätten. Arago hat die Beobachtungen aus diesen Jahren einer Prüfung unterworfen, und, indem er die Temperaturextreme und die Regenmengen, also die auf die Erndten vorzugsweise einen Einfluss ausübenden Elemente, durch Zahlen angab, den Ungrund der obigen Behauptung nachgewiesen. Folgende Tabelle enthält die betreffenden Angaben:

Jahr.	Maximum der Temperatur.	Minimum der Temperatur.	Jährliche Regenmenge.
1701	+ 32,5	— 2,5	577 Millim.
1720	+ 31,9	— 1,5	464 „
1739	+ 33,7	— 1,9	517 „
1758	+ 34,4	— 13,7	„ „

Arago machte überdies noch eine Zusammenstellung von 12 Jahren, die immer 19 Jahre von einander ablagen, und fand

solche Differenzen in Hinsicht der Temperatur und Regenmenge, dass er behauptete, man werde keine grösseren Ungleichheiten finden, wenn man überhaupt nach Belieben irgend zwei Jahre mit einander vergliche.

Die neunjährige Periode, in welcher die Apsiden des Mondes einen vollen Umlauf zurücklegen, nach welcher also beim Vollmonde und Neumonde dieselben Entfernungsverhältnisse zwischen Mond und Erde wieder stattfinden, zeigt ebensowenig eine periodische Beziehung zu den Witterungsverhältnissen. Toaldo versichert zwar, dass, wenn man einen längeren Zeitabschnitt in aufeinander folgende neunjährige Perioden theile, zu Padua die in jeder dieser Perioden aufgefangene Regenmenge dieselbe gewesen sei; aber Toaldo's eigene Zahlen sprechen gegen ihn. Ausserdem machte Arago darauf aufmerksam, dass man gar nicht berechtigt sei, eine solche neunjährige Periode zu erwarten, denn die Zeit eines vollen Umlaufes der Apsiden des Mondes betrage 8 Jahr und 10 Monate, und mithin könnten in zwei aufeinander folgenden Perioden die Zeiten des Apogeums und Perigeums nicht einmal den Monaten nach übereinstimmen, der Januar der zweiten Periode könne doch unmöglich mit dem März der ersten in Parallele gestelllt werden u. s. w. Erst nach Verlauf von 7 Perioden würde ein Zusammentreffen der Monate mit denen der ersten Periode wieder eintreten. Nicht unwahrscheinlich dürfte es sein, dass der in manchen Ländern eingeführte Gebrauch Ländereien auf 9 Jahre zu verpachten, zu der Periode der Apsiden des Mondes in Beziehung stände, wobei man die allerdings nicht begründete Voraussetzung gemacht hätte, dass sich in 9 Jahren ein mittlerer constanter Ertrag herausstelle. Virgil, Aratus, Plinius, Varro und Theophrastus haben den Landleuten ebenfalls manche Vorschriften gegeben, bei welchen die Mondphasen eine Rolle spielen; dieselben stützen sich jedoch auf keine Theorie, sondern beruhen lediglich in Vorurtheilen, die sich von Generation zu Generation fortpflanzen.

Von manchen Seiten hat man ganz absonderliche Ansichten von dem grossen Jahre gehegt, dessen Hesiod, Plato und Aristoteles zuerst in ihren Schriften erwähnen. Dies Jahr, mit dessen Ablauf nach Aristoteles das Ende der Tage kommen würde, soll das sein, nach welchem die Sonne, der Mond und die Planeten genau dieselbe Stellung wieder einnehmen würden, die sie schon einmal gehabt haben; der Winter dieses Jahres soll die Sündfluth gewesen sein, und sein Sommer würde die Welt mit Feuer verzehren. Nach Aristarch umfasst dies Jahr 2484 Sonnenjahre, nach Heraclit 10800, nach Cicero 15000, nach Cassander 3600000; Andere sind hingegen der Meinung, dass genau dieselbe Stellung der Himmelskörper niemals wiederkehren werde, und also

dies Jahr ein unendliches sei. Die Chaldäer scheinen übrigens die Periode von 25867 Jahren, nach welcher das Vorrücken der Nachtgleichen einen Umlauf vollendet hat, in ähnlichem Sinne aufgefasst zu haben. Diese kurze Mittheilung möge über diese Phanthasien genügen.

Einfluss des Mondes auf das Pflanzenreich.

Schon im Alterthume war die Meinung verbreitet, dass die verschiedenen Mondphasen auf das Wachsthum der Pflanzen von grossem Einflusse seien, und man muss gestehen, dass diese Ansicht noch heutzutage herrscht. Aristoteles, Varro, Plinius u. a. waren von der Wahrheit überzeugt. Columella gab die Vorschrift, gewisse Sämereien nicht vor dem 25. Tage des Mondmonates zu säen; ebenso bei Getreideäckern den Dung nur vom September ab bei abnehmendem Monde einzubringen. Nach Cato, der bei den Alten als Autorität galt, sollte man eine Ulme, Fichte oder sonst einen Baum nur bei abnehmendem Monde fällen. Ausserdem schreibt er vor, an Bäumen nur beim Neumonde oder während des ersten Viertels Verrichtungen vorzunehmen, sie aber während dieser Zeit weder auszurotten, noch zu fällen, wozu die 7 Tage um den Vollmond am geeignetsten wären. Holz solle man überhaupt nur fällen oder beschneiden, wenn es trocken sei und nicht bei Reif oder Thau.

Bei den Römern standen die Ansichten des Cato, Plinius und Columella in grossem Ansehen und selbst in neuerer Zeit findet man noch viele Anhänger derselben. Baco sagt:*) „Wenn es sich um das Pflanzen, Säen oder Pfropfen handelt, so ist es nicht gleichgültig, bei welcher Mondphase dies geschieht.“ In Frankreich ist den Forstbeamten eingeschärft, nur nach dem Vollmonde Bäume fällen zu lassen. Nach dem Oberforstmeister Sauer soll man nur bei abnehmendem Monde Holz fällen, weil es sonst wurmstichig wird und sich nicht hält. Er sucht diese Ansicht sogar physikalisch zu begründen, indem er, wie dies schon Macrobius (*Saturnal.* cap. 16.) ausspricht, behauptet, dass die aufsteigende Bewegung des Pflanzensaftes während der ersten Hälfte des Mondlaufes viel bedeutender sei, als während der zweiten, und folglich das Holz sich bei abnehmendem Monde in einem trockenen Zustande befinde, zäher sei und sich mehr zu Bauholz eigne. Olbers, den wir schon oben angeführt haben, bestreitet jeden Einfluss der Mondphasen sowohl bei der Keimung des Saamens, als bei dem Wachsen der Pflanzen, ebenso in Betreff ihrer schnelleren oder langsameren Entwickelung und ihrer Güte, indem er sich hierbei auf Versuche

*) *De augm. scient.*, Cap. 14.

stützt, welche Laquinterie, Nardmann, Reichart, Hartenfels, Buffon und Réaumur mit aller Sorgfalt angestellt haben. Später hat auch Duhamel ähnliche Versuche unternommen und, nachdem er eine grosse Anzahl von gleichalten Bäumen unter denselben Verhältnissen hatte fällen lassen, keinen Unterschied in der Qualität des Holzes wahrgenommen, der auf einen Einfluss des zu- oder abnehmenden Mondes hindeutete; im Gegensatze zu der gewöhnlichen Ansicht kam es ihm fast vor, als ob der zunehmende Mond beim Holzfällen gewisse Vorzüge darbiete.

Erledigt ist die Frage durch diese Versuche noch keineswegs. Tellès d'Acosta spricht sich entschieden gegen dieselben aus. Von Carlowitz weist sogar darauf hin, dass selbst Salomo an einen Einfluss des Mondes auf die Vegetation geglaubt habe, weil von ihm befohlen worden sei, dass zum Baue des Tempels bestimmte Holz vom 12. Tage des Monats Siv an zu fällen, ehe der Saft zu steigen anfange. Nach von Carlowitz spielt der Mond bei der Ernährung und Erhaltung des Holzes eine wesentliche Rolle, und daher rühre wahrscheinlich auch der Mythus von der Diana, die gleichzeitig als das die Nächte erleuchtende Gestirn und als Göttin der Wälder verehrt worden sei. Er meint, es könne wohl Niemand diesen Einfluss bestreiten: denn der Mond mache bei seiner Bewegung, dass die Dünste von der Erde sich erhöben, und der Saft in den Bäumen emporsteige; je mehr der Mond zunehme, desto stärker stiegen auch die Dünste auf, sodass, wenn man zu dieser Zeit einen Baum fälle, dieser mit Flüssigkeiten erfüllt sei, welche durch ihre Verderbniss den Wurmstich veranlassten, während mit abnehmendem Monde die Menge der Dünste immer geringer würde und endlich ganz aufhörten aufzusteigen.

Wir sehen somit, dass die Ansicht, die Mondphasen übten einen wirklichen Einfluss auf die Vegetation aus, immer noch viele Anhänger zählt. Sie ist so verbreitet und besteht schon so lange, dass nur neue Thatsachen und unumstössliche Gegenbeweise ihre Unhaltbarkeit würden herbeiführen können.

Der Mond sieht im Frühjahre, wenn Ende April oder Anfangs Mai Vollmond ist, gewöhnlich röthlich aus, und die Landleute wollen die Bemerkung gemacht haben, dass dann bei heiterem Wetter die jungen Blätter und Triebe roth werden, d. h. erfrieren, ungeachtet das Thermometer mehrere Grade über Null steht, während bei bedecktem Himmel der Mondschein nicht schade. Arago hat diesen Volksglauben zu bekämpfen gesucht. Es ist zwar wahr, dass im April und Mai des Nachts die Lufttemperatur oft nur 5 bis 6 Grad über Null ist, aber am Erfrieren der Pflanzen ist dann nicht der Mond schuld. Wie wir in dem Capitel über den Thau (Abschn. III. Cap. 8.) gesehen haben, bedecken sich bei hei-

terem Wetter in Folge der Wärmeausstrahlung die Pflanzen reichlich mit Thautropfen und kühlen sich dieselben bedeutend ab, sodass sie sogar erfrieren können; ist aber der Himmel bedeckt, so findet kein Wärmeverlust durch Ausstrahlung mehr statt und folglich auch nicht die dadurch sonst bewirkte Abkühlung. Es bleibt sich somit gleich, ob Mondschein ist oder nicht, sondern es kommt nur darauf an, ob heiterer oder bewölkter Himmel ist. Die von den Landleuten beobachtete Thatsache steht also zwar fest, nur schreiben sie dieselbe nicht der wahren Ursache zu.

VIERZEHNTES CAPITEL.

Einfluss der Mondphasen auf den Menschen.

Dass eine wechselseitige Einwirkung zwischen Erde und Mond stattfindet, haben die Astronomen erwiesen; dass die Windrichtung und die Häufigkeit des Regens durch die Mondphasen beeinflusst werden, steht ebenso fest; dass der Mond aber bei anderen meteorologischen Verhältnissen eine Rolle spiele, ist noch zweifelhaft, und ebenso sind die Ergebnisse der Naturforschung, wenn es sich um den Einfluss des Mondes auf die Organismen handelt, noch unsicher. Man nimmt zwar einen solchen Einfluss mehrseitig an, aber er hat nicht einmal bei dem Keimen der Samenkörner, bei dem Wachsen der Pflanzen und bei der Ermittelung der Güte des Holzes sicher nachgewiesen werden können; kein Wunder daher, dass man noch rathloser dasteht, wenn man sich über den Einfluss des Mondes auf den Menschen aussprechen soll, bei welchem die physiologischen Erscheinungen an sich schon so wunderbar und so verwickelt sind. Soviel scheint behauptet werden zu können, dass Diejenigen, welche einen solchen Einfluss annehmen, mehr von astrologischen Ideen geleitet werden, als auf der sicheren Basis der Beobachtung stehen. Uns bleibt nichts weiter übrig, als unpartheiisch die hierher gehörigen Meinungen und Angaben vorzulegen, dem Leser aber es zu überlassen, sich danach eine Ansicht zu bilden.

Kerchringius will eine französische Dame gekannt haben, deren Gesicht zur Zeit des Vollmondes rund und ganz niedlich gewesen sei, deren Augen, Nase und Mund sich aber beim letzten Viertel so verzerrt hätten und ineinander geflossen seien, dass sie es nicht habe wagen können, sich öffentlich sehen zu lassen; erst nach dem Neumonde habe das Gesicht seine gute Form wieder gewonnen. Reil behauptet, dass die Kinder bei zunehmendem Monde

weniger gut schlafen, ferner dass Matrosen, die während des Schlafes vom Monde beschienen waren, das helle Tageslicht nicht hätten ertragen können.

Nach Plinius liess sich Tiberius die Haare nur zur Zeit der Syzygien abschneiden, und Varro empfahl, um das Ausfallen derselben zu vermeiden, dies nur beim Vollmonde zu thun.*) Von manchen Seiten ist behauptet worden, das Mondlicht bräune oder schwärze die Hautfarbe; es spricht aber jedenfalls dagegen, dass das Chlorsilber, selbst wenn man es den durch eine Linse concentrirten Mondstrahlen aussetzt, seine ursprüngliche helle Farbe nicht im Geringsten verändert. Plinius, Plutarch und Macrobius haben die Ansicht ausgesprochen, dass der Mond Feuchtigkeit entwickele und daher die Fäulniss der Körper befördere. Nach Macrobius (*Saturn. lib. VII.*) besitzt der Mond zwar keine merkliche Wärme, wohl aber ein gewisses lauliches Wesen, welches Feuchtigkeit in Menge erzeugt, und dies Beides soll dann im Verein die Fäulniss bewirken. Es sei dies eine ganz besondere Art von Wärme, die nur dem Monde eigen und von den Griechen *ἰδίωμα* genannt worden sei; andere Wärmearten besässen diese Eigenthümlichkeit nicht. Daher komme es auch, dass die Ammen die Säuglinge sorgfältig zudeckten, wenn sie gezwungen wären, sich dem Mondlichte auszusetzen; sie fürchteten nämlich bei den Kleinen, deren Körper schon an sich so wenig Festigkeit besitzt, durch den Einfluss des Mondes eine Zunahme an Feuchtigkeit und in Folge davon eine Störung in der Entwickelung der Glieder. Wer anhaltend im Mondlichte schlafe, werde krank und schwachsinnig, weil durch die Feuchtigkeit, welche dasselbe im Körper entwickele, die Poren erweitert und geöffnet würden. Deshalb riefen auch die Frauen den Mond an, um eine leichte Entbindung zu haben, denn er erweitere alle Oeffnungen. In dem Commentare zu dem Traume des Scipio schreibt Macrobius dem Monde auch eine zeugende Kraft zu. Noch mehr von diesen gehaltlosen Behauptungen anzuführen dürfte unnütz sein und daher möge dies genügen.

In den medicinischen Aphorismen des Sanctorius steht, dass der gesunde Mensch beim Beginne des Mondmonates ein bis zwei Pfund an Gewicht zunehme, dies aber gegen Ende desselben wieder verliere. Nach Olbers ist dies ganz grundlos, ebenso wie die Behauptung, dass die Austern und andere Schaalthiere bei zunehmendem Monde fetter seien, als bei abnehmendem.

Baglivi erzählt Folgendes. Ein gebildeter junger Mann litt an einer Fistel in der Lebergegend, welche bei zunehmendem Monde sehr viel feste und flüssige Absonderungen lieferte, während die

*) *Plinius hist. nat.*, XVI. cp. 75.

Quantität bei abnehmendem Monde geringer wurde. Der Kranke hatte diesen periodischen Wechsel so genau studirt, dass er lediglich aus der Menge von Absonderungen seiner Fistel die Mondphasen angeben konnte. Tulpius, seiner Zeit ein ausgezeichneter praktischer Arzt, glaubte wie Baglivi an den Mondeinfluss und erzählt, dass ein Geistlicher bei jedem Vollmonde an einer von starken Beklemmungen begleiteten Urinverhaltung gelitten habe, die 4 Tage anzuhalten pflegte und nur durch Aderlass gehoben werden konnte, oder bei abnehmendem Monde wich.

Der Glaube an eine Einwirkung des Mondes ist nirgends mehr verbreitet, als in Betreff der monatlichen Reinigung der Menstruation, und der mit ihr in Zusammenhange stehenden Erscheinungen, worauf schon die Bezeichnung dieser gewissermassen noch mysteriösen Absonderung hindeutet, denn auch *menstruatio* ist ebenso wie *mensis* von *μήνη*, der Mond, abzuleiten. Mead findet diese Entleerungen und ihre periodische Wiederkehr in den Mondphasen begründet, eine Ansicht, zu welcher sich schon Aristoteles, Stahl, Morgagni u. a. bekannten; auffallender Weise weicht Galien, der sonst sehr für Mondeinflüsse eingenommen war, in diesem Punkte ab und sucht den Grund lediglich in Vollblütigkeit. Nach Mead tritt die Regel bei den Frauen in den Aequatorial-Gegenden viel stärker auf, als in den aussertropischen Ländern, weil dort die Einwirkung des Mondes auch merklicher sei. Die periodischen Blutflüsse bei den Menschen stellt er überhaupt in diese Kategorie.

Nach dem Vorgange mehrerer Aerzte habe ich eine grosse Anzahl von Beobachtungen gesammelt, um bei den Frauen in Frankreich und anderen Ländern nicht nur das Alter zu ermitteln, in welchem die Regel eintritt, sondern auch die Mondepoche und den Zeitraum, nach welchem die monatliche Reinigung wiederkehrt, zu bestimmen. Bisweilen schien es mir, als ob ein Verhältniss zu dem 28 Tage langen Mondmonate stattfände; aber sobald ich ein allgemeines Gesetz festzustellen suchte, ergab sich, dass bei der Mehrzahl der Frauen die Periode etwas kürzer oder länger ist, so dass ich überzeugt bin, dass die Menstruation von den Mondphasen unabhängig ist. Einige Frauen haben ihre Regel nach ganz bestimmten Perioden; die Mehrzahl aber zeigt eine Differenz von einigen Stunden bis zu einigen Tagen. Ebenso ist es mit der Tageszeit, zu welcher der periodische Blutfluss eintritt; doch scheint es, als ob dies gewöhnlich bei Tage geschehe, während auffallender Weise die Entbindungen meistens zur Nachtzeit erfolgen. Bei der Mehrzahl der Frauen und selbst bei ein und derselben Frau stellt sich also nach meinen vielfachen Beobachtungen heraus, dass die Menstruation zu allen Zeiten des Mondmonates eintreten kann. Mead macht frei-

lich hierbei darauf aufmerksam, dass die Erziehung und unsere ganze Lebensweise die physischen Einflüsse minder merklich machen. So sollen nach ihm die Frauen in grossen Städten wegen der unregelmässigen Lebensweise, welche in solchen zu herrschen pflegt, ihre Menstruation sehr unregelmässig haben; während die Frauen des platten Landes bei ihrer mehr naturgemässen Lebensart dem Mondeinflusse weit zugänglicher seien. Mead bringt jedoch für seine Behauptung keine Belege bei. [60])

Hippokrates behauptete, die Frauen empfängen viel leichter zur Zeit des Vollmondes; es ist dies aber ebenso fraglich, wie die Beobachtung, welche man gemacht haben wollte, dass zu Ende des Mondmonates die Entbindungen viel häufiger seien. Columella, Plinius und Palladius empfehlen, den Brüthennen die Eier beim Neumonde unterzulegen, weil die Zunahme des Lichtes die Entwickelung des Küchleins befördere. Girou de Buzareingues will die Bemerkung gemacht haben, dass das Auskriechen der Jungen aus den Eiern beim Neumonde leichter vor sich gehe. Die hierher gehörigen Beobachtungen sind jedenfalls noch nicht zahlreich genug und noch zu ungenau, wie schon daraus hervorgeht, dass auf das Eierlegen die Mondphasen ohne allen Einfluss zu sein scheinen.

Schon seit den ältesten Zeiten war man der Ansicht, denn wir finden sie schon bei den Chaldäern, von denen sie wahrscheinlich Pythagoras und dessen Schule entlehnt hatten, dass die Zeit der Schwangerschaft an eine Mondperiode geknüpft sei. Die griechischen Aerzte Polybius, Diocles u. s. w. stützten sich wohl auch auf Pythagoras und später finden wir auch bei den Arabern dieselbe Meinung. Diesen galt es als thatsächlich erwiesen, dass die nach einer geraden Anzahl von Mondmonaten geborenen Kinder nicht lebensfähig seien, während dies bei den nach dem siebenten, neunten und selbst elften Monate zur Welt kommenden möglich sei. Bekanntlich wird nach 9 Sonnenmonaten oder 270 Tagen das Ende der Schwangerschaft erwartet; dieser Zeit entspricht aber kein einziges grosses astronomisches Phänomen und ausserdem giebt es hiervon noch eine nicht geringe Zahl von Ausnahmefällen. Die Unsicherheit ist um so grösser, da man die Zeit der Empfängniss selten genau angeben kann. Merrimann hat in 150 Fällen den Tag genau ermittelt, an welchem die Regel zuerst ausblieb, und gefunden, dass von diesem Termine an gerechnet die Entbindung in folgendem Verhältnisse eintrat:

5mal	in	der	37.	Woche,	d.	h.	zwischen	dem	255.	und 259. Tage.
16	-	-	38.	-	-	-	-	-	262.	- 266. -
21	-	-	39.	-	-	-	-	-	267.	- 273. -
46	-	-	40.	-	-	-	-	-	274.	- 280. -

28mal	in	der	41.	Woche,	d.	h.	zwischen	dem	281.	und	287. Tage.
18	-	-	42.	-	-	-	-		288.	-	294. -
11	-	-	43.	-	-	-	-		295.	-	301. -
5	-	-	44.	-	-	-	-		302.	-	306. -

Nach Désormeaux tritt die Entbindung am 290. Tage, nach Lamotte am 297., nach Hunter und Montgommery am 300. ein. An welche astronomische Periode soll man bei so verschiedenen Resultaten denken? Man könnte einwenden, wie es Mead gethan hat, dass die Erziehung und Lebensweise bei den Menschen die sonst stattfindende Gesetzmässigkeit gestört habe, und würde also lieber auf die Thiere in diesem Falle Bezug nehmen. Sehen wir daher, wie es hier steht. Tessier hat nach vielfachen hierauf bezüglichen Untersuchungen ebenfalls die auffallendsten Unregelmässigkeiten gefunden: bei den Kühen, welche 280 Tage tragen, tritt bisweilen eine Verspätung bis zu 41 Tagen ein, und bei den Stuten, welche 335 Tage trächtig sind, steigt dieselbe selbst bis auf 84 Tage.

Mit Rücksicht auf die angeführten Thatsachen kann man also wohl mit Bestimmtheit behaupten, dass die Dauer der Schwangerschaft ebenso wie die Menstruation an keinen genauen Termin gebunden ist, am allerwenigsten mit den Mondphasen und dem Laufe des Mondes in Bezug steht. Die Ursache des periodischen Eintretens so vieler organischen Processe wird also anderswo zu suchen sein.[61])

Einfluss des Mondes auf die Krankheiten.

Wenn man eine Ansicht nur nach Stimmen abwägen dürfte, so wäre der Einfluss des Mondes auf die Krankheiten bald entschieden, zumal Männer, die sonst als Autoritäten gelten, sich dafür ausgesprochen haben, z. B. Hippokrates, Empedocles, Aristoteles, Cato, Plinius, Varro, Galien, Cardan, Tycho de Brahe, Stahl, Gui de Chauliac, van Helmont, Friedrich Hoffmann, Baillou, Lind, Mead, Baglivi, Ramazzini u. a. Im Folgenden sollen trotzdem nur einige hierauf bezügliche Angaben beigebracht werden, ohne dem individuellen Urtheile vorgreifen zu wollen.

Fernel und Sydenham haben über die atmosphärischen Einflüsse in Betreff der Erzeugung von epidemischen Krankheiten geschrieben, ohne jedoch sich über die eigentliche Ursache, welche der Luft die gefährlichen Eigenschaften ertheilt, auszusprechen. Hippokrates*) spricht nicht blos von einem Einflusse des Mondes, sondern der Sterne überhaupt, ohne sich hierdurch jedoch in

*) *De aëre, aquis et locis.*

seinen Beobachtungen, zu denen er ein besonderes Geschick hatte, irre machen zu lassen.

Galien*) giebt einen Einfluss der Sterne auf die irdischen Verhältnisse zu, hebt aber den des Mondes vorzugsweise hervor. Er theilte hierin die Ansicht seiner Zeitgenossen, erklärt aber, dass er aus eigenen Beobachtungen sich die Kenntniss erworben habe, sowohl Gesunden wie Kranken vorhersagen zu können, welche Tage ihnen heilbringend, welche schädlich seien, indem er untersuche, bei welchem glückbringenden, oder gleichgültigen, oder gefährlichen Planeten der Mond vorbeigehe und stehe. Nach ihm regiert der Mond mit seinem siebentägigen Wechsel nicht nur alle Krankheiten, sondern überhaupt alle Vorgänge auf der Erde. Den bedeutendsten Einfluss übe der Mond auf die Krankheiten aus, wenn er in Conjunction stehe, geringer sei derselbe zur Zeit der Opposition und in den Quadraturen.

Die Lehre von den Krisen ist unter den Aerzten von jeher ein streitiges Capitel gewesen. Asklepiades und die Methodisten wollten gar nichts davon wissen; es scheint jedoch, wenn man die Sache unpartheiisch ansieht, entschieden zu sein, dass die meisten Krankheiten, namentlich die hitzigen, wenn man in den Gang der Natur nicht störend eingreift, durch Krisen beendigt werden. Auch bei Epidemien nimmt die Krankheit vorzugsweise am siebenten Tage eine günstige Wendung. Die Beobachtungen von Galien, Fernel, Sydenham, Baillou, Stoll, van Swieten u. a. haben ebenso eine Zeit von sieben Tagen als Wendepunkt herausgestellt. Unter 48 Personen, die am hitzigen Fieber litten und deren Geschichte Forestus aufgezeichnet hat, trat die Entscheidung bei 22 am siebenten Tage und bei 7 am vierzehnten Tage ein. Die siebenten Tage werden daher bei Krankheiten auch vorzugsweise die kritischen genannt. Die Methodisten warfen dem Hippokrates vor, er habe seine Lehre von den Krisen nicht auf Beobachtungen gegründet, sondern er habe sich dabei durch die Zahlen des Pythagoras bethören lassen. Es ist nämlich nicht zu läugnen, dass dieser in einer Combination der Zahlen das Räthsel des Weltsystem gelöst zu haben glaubte. Auch Celsus erzählt, dass die pythagoräischen Zahlen die berühmtesten Aerzte zu Irrthümern verleitet hätten. Galien glaubte nicht daran, sondern sah in den Krisen einen Einfluss des Mondes, namentlich meinte er, dass dieser bei zunehmendem Monde zur Zeit des ersten Viertels und Vollmondes sehr bedeutend sei.

Im Alterthume hatte man vor der Zahl Sieben einen heillosen

---

*) *De diebus decretoriis.*

Respect, und Pythagoras schrieb ihr eine besonders wichtige Rolle in der Erhaltung der Harmonie des Universums zu. Was der Grund von dieser absonderlichen Scheu und Ehrfurcht vor der Zahl Sieben gewesen sein, und was den grossen Pythagoras gerade veranlasst haben mag, ihr diesen Vorrang vor allen anderen Zahlen einzuräumen, möchte schwer nachzuweisen sein; wenngleich diese Zahl bei vielen Naturerscheinungen seltsamer Weise sich besonders geltend macht. Es giebt 7 Noten in der diatonischen Tonleiter; 7 Farben zeigen sich in dem Regenbogen; nach je 7 Tagen tritt der Mond in eine neue Phase; in den religiösen Ceremonien der Völker und ihren bürgerlichen Institutionen stösst man häufig auf die Zahl 7; bei den Indiern und Aegyptiern gab es 7 Kasten; in der Kosmogonie der Perser bildeten 7 Genien das Gefolge des Ormuz; 7 Eingänge führten in die Höhle des Mithra; auf 7 Altären brannte das heilige Feuer.. Dejoces, der Erbauer von Ecbatana, umgab die Stadt mit 7 Wällen; Cadmus und Hermione versahen Theben mit 7 Thoren. Ob in allen diesen Beispielen die Zahl Sieben ein Symbol war, welches an irgend eine Naturerscheinung, an eine in der Weltordnung begründete Harmonie erinnern sollte, oder ob diese gewissermassen heilige Zahl zu der Schöpfungsgeschichte in Beziehung stehen mochte, wagen wir nicht zu entscheiden. Wie oft die Zahl Sieben in der Apocalypse, der Offenbarung des Johannes, vorkommt, wollen wir gar nicht aufzählen.

Im Alterthume war man überzeugt, dass die Epilepsie und einige andere Störungen des Organismus von einem bösartigen Einflusse des Mondes herrühren, so dass man die damit behafteten Unglücklichen Mondsüchtige nannte. Friedrich Hoffmann,*) Sauvages, Bruce**) führen viele Beispiele von epileptischen Anfällen an, welche namentlich beim Vollmonde zum Ausbruche kamen. Pitcarn will mehrere Frauen gekannt haben, die beim Mondwechsel epileptische Zufälle bekamen. Mead erzählt, er erinnere sich, dass er während des letzten Krieges mit Frankreich mehrere junge Matrosen an dieser Krankheit behandelt habe, welche während der Schlacht oder eines Sturmes vor Schreck daran krank geworden seien, und dass der Einfluss des Mondes sich bei ihnen so geltend gemacht habe, dass er beim Eintreten des Neumondes oder Vollmondes neue Ausbrüche habe mit Bestimmtheit vorhersagen können. Thomas Bartholin hat ein epileptisches Mädchen gekannt, welches auf dem Gesichte Flecken hatte, deren Farbe und Umfang sich mit den verschiedenen Mondphasen steigerte oder verringerte.

Lepois erzählt, dass ein Mann zwei Jahre hinter einander

---

*) *De Siderum in corpora humana influxu medico.*

**) Reise zu den Quellen des Nils.

jedesmal beim Neumonde Wuthanfälle bekam, die jedoch nach jeder Wiederholung schwächer wurden. Ebenso theilt er mit, dass ein junges Mädchen jedes Frühjahr um die Zeit des Vollmondes an so heftigen hysterischen Zufällen litt, dass sie ein ganzes Mondviertel hindurch anhielten; nach vierundzwanzigstündigen ziemlich heftigen Erschütterungen verlor sie die Sprache und verfiel in einen zwei ganze Tage anhaltenden Schlaf; dann folgten bis zum Ende des Mondscheins fortwährende Schmerzen, ein gelindes Delirium und ununterbrochene Unruhe. Pitcarn kannte eine junge rothköpfige Frau, die ziemlich beleibt war, schwach menstruirte und seit vier Jahren an hysterischen Zufällen litt, die sich sehr regelmässig beim Neumonde und Vollmonde einstellten. Ein kleines Mädchen von 5 Jahren wurde vom Veitstanze in so schrecklichem Grade befallen, dass es wie todt liegen blieb; einige Tage darauf trat Vollmond ein und die Paroxysmen richteten sich so genau an die Mondperioden, dass sie mit der Ebbe und Fluth vollständig zusammenfielen. Zur Zeit der Fluth verlor es immer die Sprache und Besinnung, bei der Ebbe kehrten diese zurück. Da der Vater des Kindes am Ufer der Themse wohnte, so war dies Verhältniss der Krankheit zu den Bewegungen des Wasser leicht festzustellen. Vierzehn Tage hielten die Anfälle an und mit dem Neumonde hörten sie auf. Durch Cauterismen und Purgirmittel wurde die Krankheit gehoben.

Robert Boyle beobachtete heftige Kopfschmerzen, die sich beim Vollmonde einstellten, Charles Lepois Congestionen nach dem Gehirne, Wepfer heftige Migräne und starke apoplektische Anfälle. Van Helmont, Floyer, Bennett und Antonio Franzeri behaupten ein nicht zu verkennendes Zusammentreffen astmatischer Beschwerden mit den Mondperioden bemerkt zu haben. Ein ganz besonders merkwürdiger Fall, bei welchem mehrere Jahre hintereinander mit Neumond und Vollmond Athmungsbeschwerden periodisch sich einstellten, findet sich in dem ersten Bande der Memoiren der Madrider Akademie.

Bei den Blutungen und einigen Nervenleiden glaubt man eine Abhängigkeit von den Mondphasen gefunden zu haben. Musgrave (*Trans. philos.*) erzählt, dass ein junger Mann von seiner frühesten Kindheit an bis zu seinem 24. Jahre am Daumen der linken Hand bei jedem Neumonde eine Blutung gehabt habe, bei welcher die Menge des Blutes von anfänglich $8^1/_2$ Loth bis auf 17 Loth im 16. Jahre gestiegen sei. Um diese unangenehme Blutung zu hemmen, kam man auf den Gedanken, den Daumen mit glühendem Eisen zu brennen; es stellte sich aber darauf ein sehr starkes und sehr hartnäckiges Blutspeien ein. Mead behandelte einen jungen Mann, der 6 Monate lang bei jedem Neumonde starkes Blutspeien gehabt hatte; der Bluterguss hielt jedesmal 4 bis 5 Tage an und verminderte sich

dann unmerklich. Archambauld Pitcarn führt einen nicht minder merkwürdigen Fall an. Einer seiner Patienten wurde etwa im 9. Jahre von starkem Nasenbluten befallen, welches heftige Schmerzen in dem einen Arme begleiteten, worauf Bewusstlosigkeit folgte. Sobald der Kranke wieder zu sich gekommen war, zeigten sich die Finger gefühllos und der Arm wurde vier Minuten lang von heftigen Convulsionen erschüttert, worauf ihm die Sprache versagte. Bis zum 30 Jahre (so alt war der Kranke, als Pitcarn den Fall erzählt) stellten sich diese Anfälle jedes Jahr regelmässig zur Zeit des Neumondes im März und September ein.

Fast alle englischen Aerzte erkennen einen Einfluss des Mondes auf die in den heissen Ländern herrschenden Fieber an. Clegorn will dies auf Minorka, Jackson auf Jamaika, Lind und ebenso Balfour in Ostindien gefunden haben. Der Letztere sagt namentlich, dass um die Aequinoctien, wenn die Sonne im Verein mit dem Monde die Springfluthen erzeugt, die Krankheiten sich vermehren und gefährlicher sind, so dass dann auch die Zahl der Todesfälle zunimmt. Nach Jacob Lind ist die Epoche des Vollmondes und Neumondes am geeignetsten die Fieber zu bekämpfen und zum Stillstande zu bringen, ohne zur Chinarinde zu schreiten. Er fügt hinzu, dass dies in Bengalen eine allgemein bekannte Sache sei.

Wenn man Baillou, Diemerbroeck und Ramazzini Glauben schenken darf, so ist der Einfluss des Mondes auf den Verlauf der Epidemien eine über jeden Zweifel erhabene Sache. Als 1636 zu Noyon die Pest wüthete, machte Diemerbroeck die Beobachtung, dass sie immer gegen den Neumond und Vollmond am heftigsten auftrat, indem dann weit mehr Fälle vorkamen und diese fast durchweg einen tödtlichen Verlauf nahmen. Ramazzini erzählt in seinem Journale über die Epidemien der Jahre 1692, 1693 und 1694, dass das ganze Land von Modena von einem pestartigen Fleckfieber heimgesucht worden sei, welches namentlich nach dem Vollmonde oder genauer gegen das letzte Viertel die grösste Heftigkeit entwickelt und erst bei dem hierauf folgenden zunehmenden Monde eine mildere Form angenommen habe. Er fügt hinzu, dass dies nicht etwa von ihm allein bemerkt worden sei, sondern man habe diese Beobachtung allgemein gemacht, und dadurch sei die Behandlung dieses Fiebers wesentlich erleichtert worden.

Wenn die Mondphasen auf das Eintreten, auf die Heftigkeit und auf das Aufhören der Krankheiten wirklich einen Einfluss ausüben sollten, so müsste auch der Erfolg der ärztlichen Behandlung in gewissem Grade von dem Mondlaufe abhängig sein. Viele Empiriker halten in der That auch darauf, manche Curen nur bei einer gewissen Mondphase zu beginnen. Hamont schrieb unter dem 30. Juni 1829 von Alexandrien an seinen Freund Leuret, dass bei

Geistesstörungen in Aegypten das einzige Mittel in Bouillons von einer dort sehr häufig vorkommenden Schlange bestände, die man den Kranken alle Monate beim Neumonde gebe. Chabrely rühmt das Carignanpulver (*pulvis principis de Carignan*) sehr gegen die Epilepsie, aber es muss einen Tag vor dem Neumonde und Vollmonde, an dem Tage desselben und an dem darauffolgenden Tage genommen werden. Wawruch in Wien will gegen den Bandwurm ein zuverlässiges Mittel haben, was unter 206 Fällen 151mal völlige Heilung verschafft habe, aber dabei schreibt er wie Pallas, Kinlein, Rosenstein, Gruner, Mathieu u. a. vor, die Cur nur bei abnehmendem Monde oder Neumonde vorzunehmen; nur 13mal hat er die Cur zur Zeit des Vollmondes begonnen.

Mead führt alle Krankheiten, deren Perioden mit den Mondperioden zusammentreffen, auf Ueberladung zurück. Nach ihm sind die Gefässe um so gespannter, je mehr sich der Mond dem Vollmonde nähert; folglich wäre Diät in solchen Fällen eine Hauptsache. Gleichwohl empfiehlt er, neben Aderlässen und Brechmitteln, bei Nervenleiden antispasmodische Mittel und bei Blutflüssen China, so dass man schon hieraus abnehmen kann, dass er keineswegs die Krankheiten ihrem Wesen nach als gleich ansieht. Ausserdem glauben wir darauf aufmerksam machen zu müssen, dass, wenn auch die Vollblütigkeit beim Vollmonde erzeugt oder gesteigert zu werden scheint, es doch wieder andere Krankheitserscheinungen giebt, die gerade beim Neumonde sich geltend machen, z. B. die drei nach Musgrave, Pitcarn und sogar nach Mead angeführten Fälle von Blutflüssen. Wenn es feststände, dass die verschiedenen Mondphasen manche Krankheiten erzeugen, so würde der Arzt, wenn nicht sonst Gefahr im Verzuge ist, blos abzuwarten brauchen und das blosse Eintreten des Mondes in eine neue Phase würde eine günstige Aenderung herbeiführen.

Um über die vorliegende Frage zu entscheiden, gestehen wir das Unzureichende unserer eigenen Beobachtungen ein; nur unter Vorbehalt können wir den Einfluss des Mondes zugeben, denn unstreitig laufen in den verschiedenen Angaben vielfache Irrthümer und Täuschungen mit unter. Hierhin gehört z. B., wenn Adolphi bei der seit mehreren Jahrhunderten gegen die Krätze angewendeten Schwefelsalbe vorschreibt, die Cur bei abnehmendem Monde vorzunehmen. Adolphi hat ganz gewiss in vielen Fällen die Krankheit gehoben, aber die Mondphase ist dabei ebenso gewiss unschuldig gewesen, denn Bazin und Hardy haben mit der Schwefelsalbe bei allen Mondphasen durch eine einzige tüchtige Einreibung des ganzen Körpers stets die glücklichsten Resultate gehabt, während Adolphi eine Einreibung bei abnehmenden Monde gemacht wissen will.

Ergeben sich die Beobachtungen noch nicht ausreichend und

zuverlässig genug, so wird man doch auf die Namen Galien. Baglivi, Stahl, Friedrich Hoffmann, Mead, Ramazzini u. a. m., die sich für einen Einfluss des Mondes auf die Krankheiten ausgesprochen haben, einiges Gewicht legen müssen, und über die Frage nicht ohne Weiteres absprechend urtheilen dürfen. Die Entscheidung liegt hier gänzlich im Gebiete der Erfahrung; sogar Olbers, bekanntlich ein ausgezeichneter Arzt und Astronom, wagte es nicht entschieden abzusprechen, wenngleich er nicht dafür war. Er erklärte, dass er während seiner langjährigen ärztlichen Praxis diese Sache stets aufmerksam verfolgt, aber niemals einen Einfluss der Mondphasen bemerkt habe weder bei den durch Würmer veranlassten Zufällen, noch bei der Wassersucht, noch bei Geschwülsten, nicht einmal bei epileptischen und nervösen Anfällen. Nichts desto weniger möchte ich, setzt er hinzu, so vielen Behauptungen gegenüber mich nicht gegen jeden Einfluss des Mondes bei seinen verschiedenen Stellungen in allen Krankheitsfällen aussprechen. Unter allen Instrumenten nämlich, meint er, welche wir zur Erforschung der sich sonst der Beobachtung entziehenden Agentien benutzen können, seien die Nerven, wie schon Laplace mit Recht bemerkt habe, die empfindlichsten und ihre Empfindlichkeit werde noch oft durch Krankheit gesteigert. Durch die Nerven habe man die so schwache Berührungselektricität entdeckt; warum sollte nicht in gewissen Krankheitsfällen der Einfluss des Mondes bei seinen verschiedenen Stellungen, so schwach er auch an sich sein möge, durch die so überaus empfindlichen Nerven zur Wahrnehmung kommen können? Es wäre also wohl möglich, dass mehrere Aerzte bei epileptischen Zufällen und Geistesstörungen wirklich eine Abhängigkeit von den Mondphasen gefunden haben könnten.... Was Balfour's Angabe über den Zusammenhang zwischen der Ebbe und Fluth mit den in Indien herrschenden endemischen Fiebern betreffe, dass nämlich die Krisen nur bei Abnahme dieser lunisolaren Einwirkung eintreten, so könne man sich dies wohl an der Meeresküste denken; im Allgemeinen aber müsse man alle hierhergehörigen Berichte mit Misstrauen aufnehmen, denn es sei hier wie mit den Gespenstern, die man auch nur sehe, wenn man daran glaube.

Arago ist nicht abgeneigt, sich der Ansicht von Olbers anzuschliessen, verlangt aber doch noch ein ferneres Studium, und äussert sich dahin, dass man auf die Wirkungslosigkeit des Mondes in Betreff des Chemismus und der Wärme kein Gewicht legen dürfe, denn es sei ja gar nicht erwiesen, dass das Licht das Mittel sei, durch welches dieser Himmelskörper in die Ferne wirke. Das Nervensystem sei ein Apparat, welcher die empfindlichsten physikalischen Apparate an Empfindlichkeit weit übertreffe, wie man schon

daraus sehe, dass die Geruchsnerven Riechstoffe in der Luft wahrnehmen, von denen keine chemische Analyse auch nur eine Spur nachzuweisen vermöchte. Ebenso wäre ein Beleg hierfür, dass das schwache Mondlicht, welches bei der grössten Concentration weder auf das empfindlichste Thermometer, noch chemisch auf Chlorsilber wirke, eine Contraction der Pupille veranlasse. Die grösste Vorsicht sei indessen erforderlich, wenn man wie hier nicht mehr in dem rein physikalischen, sondern physiologischen Gebiete stehe.*)

Somit wären wir dahin gelangt, dass der Einfluss der verschiedenen Mondphasen auf den menschlichen Körper und auf die Krankheiten nur ein sehr beschränkter sein könne. Wir bemerken nur noch, dass Baglivi, der entschieden für die planetarische Einwirkung auf atmosphärische Vorgänge und auf die Beschaffenheit der Luft ist, es zweifelhaft lässt, ob hier der Mond durch den Druck und die Anziehung, welche er ausübt, oder durch das Licht wirkt. Vielleicht werden spätere Forschungen mehr Licht über diesen noch so wenig aufgeklärten Gegenstand verbreiten. [62])

Einfluss des Mondes auf den Geistes- und Gemüthszustand der Menschen.

Wenn der Mond, wie manche Aerzte und Naturforscher behaupten, auf den menschlichen Organismus einen, sei es auch noch so unbedeutenden Einfluss ausübt, so geschieht dies zweifelsohne durch das Nervensystem. Sollte man dann nicht erwarten, dass auch auf den Geistes- und Gemüthszustand des Menschen von dem Monde eingewirkt werden müsse? Wir wollen einige Fälle mittheilen, welche einer solchen Ansicht günstig erscheinen, bemerken jedoch, dass es zweifelhaft bleibt, ob bei ihnen ein physischer Zusammenhang stattgefunden hat, oder ob wir darin nur Täuschungen zu sehen haben; denn in einigen Beispielen werden wir entschieden den Aberglauben eine Rolle spielen sehen. Nach Coste, der lange Zeit Oberarzt bei den Invaliden und der grossen Armee war und Mead's Werke in das Französische übersetzt hat, liegt der Astrologie eine physische Ursache zu Grunde; denn die Einwirkung des Mondes und der Sonne auf die Luft im Augenblicke unserer Geburt könne gewiss nicht ohne einigen Einfluss auf das specielle Temperament der einzelnen Individuen sein. „Sollte man wirklich glauben, sagt Coste, dass es gleichgültig sei, ob man im Sommer oder Winter, bei Tage oder bei Nacht, bei heiterem oder bei trübem Wetter, in einer Stadt oder auf dem Lande geboren werde? Ich stehe nicht an zu behaupten, dass die näheren Umstände, welche bei unserem ersten Athmungszuge stattfinden, auf die grössere oder geringere Ausbildung eines Organes, welches wir wohl alle bei unserer Geburt

*) *Ann. du bureau des longitudes*, 1832, p. 244.

besitzen, von wesentlichem Einflusse sein müssen. Darin hat unzweifelhaft die Astrologie oder der Versuch das Horoskop zu stellen seinen Ausgang genommen.“*)

Von jeher haben die Finsternisse der Sonne und des Mondes unter allen astronomischen Phänomen auf die Geister die lebhaftesten Eindrücke gemacht. Ramazzini erzählt, dass zur Zeit der Mondfinsterniss am 21. Januar 1693 die Mehrzahl der von der damals herrschenden Epidemie Betroffenen gestorben sei, dass einzelne Personen damals sogar plötzlich das Leben verloren hätten. Nach Mead zeigte sich am Tage der totalen Sonnenfinsterniss des Jahres 1725 (22. April) bei allen Kranken in London der Zustand verschlimmert. Baillou erzählt folgenden Fall: Mehrere Pariser Aerzte befanden sich zur Zeit einer Sonnenfinsterniss zu einer Consultation bei einer Frau gebildeten Standes; sie verliessen die Patientin um den Zustand des Himmels in Augenschein zu nehmen, ohne zu ahnen und im geringsten daran zu denken, dass irgend eine Gefahr vorläge; als sie plötzlich zurückgerufen wurden. Die Frau war, so wie die Finsterniss begann, bewusstlos niedergefallen und mit Erstaunen sahen Alle, dass sie nicht eher wieder zu sich kam, als bis die Sonne wieder hell leuchtete. Nach Matthieu Faber, Leibarzt des Herzogs von Würtemberg wurde ein von Melancholie Geplagter am Tage vor einer Finsterniss ganz traurig und tiefsinnig, in dem Augenblicke aber, in welchem der Mond sich zu verdunkeln begann, wurde er rasend, ergriff einen Degen, stürzte aus dem Hause und griff alle, welche ihm in den Weg kamen, an.

Der letzterwähnte Fall liesse sich wohl aus übertriebener Einbildung erklären; ein Gleiches kann man aber unmöglich bei der von

*) Chéreau hat in einer von der medicinischen Academie zu Paris gekrönten Schrift über den Selbstmord festzustellen gesucht, ob die Mondphasen auf die Selbstentleibung einen Einfluss ausüben. Seine Angaben umfassen leider eine zu unbedeutende Zahl, um darauf einen sichern Schluss gründen zu können, gleichwohl scheint ein Einfluss des Mondes sich aus denselben zu ergeben, nämlich eine grössere Zahl von Selbstmorden zur Zeit des Vollmondes. Chéreau hat den Mondmonat in 3 gleichgrosse Perioden von je 9 Tagen getheilt und bei 63 Fällen des Selbstmordes folgende Resultate gefunden:

	Zwischen 1. u. 9.	10. u. 18.	19 u. 27. Tage.
Provins, 1842 bis 1845 . .	4	9	1 Selbstmorde.
Alençon, 1842 - 1846 . .	9	5	11 -
Nach Angaben von Cazauvielh.	8	12	4 -
	21	26	16

Die Anzahl dieser Fälle ist jedenfalls unzureichend, um aus ihnen einen sichern Schluss zu ziehen.

Ramazzini berichteten grossen Sterblichkeit annehmen. Ebenso finde ich in den folgenden drei Fällen einen Beweis für eine physische Einwirkung: Vallisnieri versichert, dass er selbst, als er nach einer langen Krankheit zu seiner Erholung sich in Padua aufhielt, bei der am 12. März 1706 eingetretenen Sonnenfinsterniss eine grosse Schwäche und ungewöhnliches Zittern verspürt habe. Nach Rawley verfiel der Kanzler Baco bei Mondfinsternissen in Ohnmacht und kam nicht eher wieder zu sich, als bis die Finsterniss vollständig vorüber war. Einer meiner eigenen Patienten litt bei Mondfinsternissen an besonderen Zufällen, von denen ich mich selbst manchmal überzeugt habe. Sowie die Erscheinung eintrat, wurde bei ihm der Athmungsprocess langsamer und der Puls schlug schwächer; war die Finsterniss weiter vorgeschritten, so stand der Puls ganz still, die Respiration hörte auf und der ganze Körper war gefühllos, so dass er einige Zeit völlig unbeweglich blieb. So wie der Mond aus dem Schatten der Erde heraustrat, nahmen die Zufälle in umgekehrter Ordnung wieder ab und am Ende der Finsterniss war keine Spur mehr von der stattgehabten Störung zu erkennen. Dieser letzte Fall zeigt mit dem des Kanzler Baco die grösste Analogie; wollte man nun annehmen, dass die Einbildung einzig und allein diese Wirkungen bei der Verfinsterung des Mondes hervorgebracht habe, so wäre es doch gewiss höchst überraschend, dass in beiden Fällen derselbe Zustand, nämlich die momentane Empfindungslosigkeit und Unfähigkeit sich zu bewegen, hervorgerufen wurde. Gleichwohl meint Arago, müsse man, wenn auch die beiden Fälle mit Vallisnieri und Baco unzweifelhaft einen von dem Monde ausgeübten Einfluss bekunden, erst nachweisen, dass mit hervorstechender geistiger Begabung niemals Charakterschwäche und Kleinmüthigkeit verbunden sei. Im August 1654, führt derselbe an, hätten sich auf Anordnung der Aerzte viele Personen in ganz dunkel gehaltenen, gut erwärmten und durchräucherten Zimmern aufhalten müssen, um den schädlichen Einflüssen einer Sonnenfinsterniss zu entgehen. Was solle man dazu sagen, wenn, wie Petit berichtet, die Geistlichen nicht allen Anforderungen hätten genügen können, weil alle Welt aus Angst und Bestürzung noch habe beichten wollen? Nebenbei gesagt, soll damals ein Pfarrer in der Nähe von Paris von der Kanzel herab erklärt haben, die Finsterniss sei auf 14 Tage aufgeschoben und man brauche sich durchaus nicht zu beeilen.

Manche Vorurtheile, die man früher hegte und die zum Theil, wie es aus tausend Beispielen folgende beiden recht deutlich beweisen, von gar schlimmen Folgen begleitet waren, hat die fortschreitende Wissenschaft gehoben. Cäsar erzählt*): Ariovist führte

*) *De bello gallico* I. cap. 50.

seine Leute bei Sonnenuntergang nach einem auf beiden Seiten ziemlich bedeutenden Verluste zurück. Als nun Cäsar die Gefangenen fragte, warum Ariovist keine Lust zum Schlagen gehabt habe, erfuhr er, dass es bei den Germanen Sitte sei, dass erst ihre Frauen das Loos und andere Künste befragten, ob es gut sei in die Schlacht zu gehen; diese aber hätten erklärt, die Germanen würden nicht siegen, wenn sie vor dem Neumonde losschlügen." Ein ähnlicher Aberglaube hinderte die Spartaner sich an der Schlacht bei Marathon zu betheiligen. Herodot erzählt, dass beim Anrücken der Perser die Athenienser nach Sparta um Hülfe gesandt, die Lacedämonier aber erklärt hätten, es wäre ihnen unmöglich, auf der Stelle zu marschiren, weil ihnen das Gesetz untersage, vor dem Vollmonde, welcher erst am 15. des Monats eintrat, während erst der 9. war, ins Feld zu ziehen. Die Erzählung des Herodot wird durch Pausanias (I. cap. 28) und Lucian (*Astrol.* cap. 25), welcher sagt, dass Lycurgus dieses Gesetz gegeben habe, bestätigt.

Die Finsternisse des Mondes und der Sonne wurden bei allen Völkern als Zeichen des göttlichen Zornes und des Herannahens grosser Unglücksfälle betrachtet: einige schrieben diese Phänomene Zaubereien zu und machten den tollsten Lärm um dem verfinsterten Himmelskörper zu Hülfe zu kommen; andere fürchteten, dass diese Licht spendenden Körper für immer verlöschen würden. Stesichorus und Pindar theilten diese abergläubische Furcht. Sogar noch zu Zeiten Ludwigs XIV. setzte die totale Finsterniss des Jahres 1706 die vor Barcelona stehende französische Armee in die grösste Angst und wurde Veranlassung zu mehreren Niederlagen. Herodot erzählt, dass in einem Kriege zwischen den Medern und Lydiern unter der Regierung des Alyates, des Vaters von Crösus, die beiden Armeen handgemein gewesen seien, als der Tag sich plötzlich in Nacht verwandelte. Die von Schrecken ergriffenen Kämpfer hätten vom Kampfe abgestanden und Frieden geschlossen. Herodot, Diogenes Laertius und Plinius stimmen darin überein, dass Thales von Milet diese Sonnenfinsterniss vorhergesagt habe und zwar, dass sie im 4. Jahre der 48. Olympiade, also im Jahre 170 der Erbauung Roms eingetreten sei.*) Francoeur (*Uranographie* p. 93) sagt: „Die Geschichte ist voll von Beispielen, welchen Schrecken Finsternisse verursacht und welches Unheil Unwissenheit und Aberglauben herbeigeführt haben. Nicias hatte bereits beschlossen mit seiner Armee von Sicilien abzuziehen; aber eine Mondfinsterniss trat ein, setzte Alles in Schrecken und, da er mehrere Tage

*) Nach Oltmann fand diese Finsterniss am 30. September 610 v. Chr. statt, nach Volney am 3. Februar 626, und nach Duvignolles am 28. Mai 585, welches Letztere namentlich mit Plinius stimmt.

verstreichen liess, weil er sich überzeugen wollte, ob der Mond dabei etwa Schaden genommen habe, so verpasste er die passende Gelegenheit zum Rückzuge, seine Armee wurde total geschlagen, Nicias selbst kam um und der Verfall der Macht Athens war die Folge dieses Unfalles. Sehr oft haben schlaue Personen den Schrecken des Volkes benutzt, um es für ihre Zwecke zu gewinnen. Als Christoph Columbus in die Lage gekommen war, den Unterhalt seiner Soldaten mit dem zu bestreiten, was ihm die Wilden, die selbst in grösster Noth waren, freiwillig lieferten und auch diese Quelle auszugehen drohte, so dass er Gefahr lief Hungers sterben zu müssen, kündigte er an, dass er der Welt das Mondlicht entziehen würde. Die Mondfinsterniss stellte sich ein, Furcht und Schrecken ergriff die Indianer und sie brachten den gewohnten Tribut dem Columbus.

Drusus (*Tacit. Annal.* I. cap. 28) stillte einen Aufstand in seiner Armee dadurch, dass er eine Mondfinsterniss vorhersagte, und nach Livius machte Sulpicius Gallus in dem Kriege des Paulus Aemilius gegen Perseus von derselben List Gebrauch.*) Pericles, Agathocles von Syracus, Dion von Sicilien wurden die Opfer der Unwissenheit ihrer Soldaten. Alexander musste bei Arbela alles aufbieten, um seine Leute wegen einer Finsterniss zu beruhigen.

Der Mond bewirkt zwar auf der Erde die Ebbe und Fluth, auch wird durch ihn im Vereine mit der Sonne das Vorrücken der Nachtgleichen, welches eine Periode von 25867 Jahren umfasst, bedingt, aber, obgleich er uns so nahe ist, ist sein Einfluss auf die Witterungsverhältnisse und auf die Vorgänge in der organischen Welt doch nur ein sehr beschränkter. Kann man hiernach wohl einen merklichen Einfluss der viel weiter von der Erde entfernten Himmelskörper erwarten? Eine Wechselwirkung findet gewiss zwischen allen Körpern des Universums statt, aber die schwächeren Wirkungen werden durch viele andere stärkere überwogen und verwischt. Im Alterthum hatte man keine klare Vorstellung von den ungeheueren Entfernungen, welche im Weltenraume bestehen, und daher glaubte man auch an einen mächtigeren Einfluss, als in der That möglich ist. Man wusste z. B. nicht, dass der Stern 61 des Schwanes, wie es Bessel gefunden hat, so weit von uns entfernt ist, dass das Licht ungeachtet

---

*) Nach Quintilian und Plutarch war Sulpicius Gallus der erste Römer, welcher die Mond- und Sonnenfinsternisse richtig erklärte (vergl. das vorhergehende Capitel). Er war damals Militairtribun, als er am Tage vor der Schlacht, in welcher Paulus Aemilius über den Perseus siegte, geholt wurde, um den versammelten Truppen anzuzeigen, dass eine Finsterniss kommen würde, damit diese nicht dadurch in Schrecken geriethen. Cicero und Valerius Maximus erzählen dagegen, dass die Finsterniss bereits begonnen hatte, und Sulpicius Gallus den Schrecken, in welchen die Soldaten geriethen, durch die Auseinandersetzung des wahren Zusammenhanges zu vertreiben gesucht habe.

seiner ungemeinen Geschwindigkeit von fast 42000 Meilen in einer Secunde doch gegen 9 Jahre gebraucht, um die Strecke bis zur Erde zu durchlaufen. Entfernungen, wie die der Nebelflecke, von denen nach Herschel das Licht 1 bis 2 Millionen Jahre gebraucht, um zu uns zu gelangen, konnte man gar nicht denken. Können wir uns nun auch nicht wundern, dass in den frühesten Zeiten die Astrologie und andere Künste, z. B. die Wahrsagungen der Auguren, in Blüthe standen, so bleibt es doch immerhin auffallend, dass selbst sonst aufgeklärtere Personen sich von diesen allen Haltes entbehrenden Ansichten nicht frei machen konnten.

Seneca sagt: *) „Die Chaldäer nehmen bei ihren Beobachtungen nur auf fünf Planeten Rücksicht. Sollten aber wohl so viele tausend Sterne umsonst leuchten? Was bringt ferner diese Nativitätensteller wohl mehr in Irrthum, als dass sie unsere Schicksale so wenigen Gestirnen zueignen, da doch alle diese Gestirne über uns sich einen Theil von uns zu eigen machen? Die nähern Gestirne üben vielleicht auf uns einen stärkeren Einfluss aus, und die, deren Bewegung schneller ist, mögen über uns und über die übrigen Thiere mehr Gewalt haben; gleichwohl sind auch die Gestirne, die entweder keine Bewegung haben, oder ebenso geschwind als das Weltall sich bewegen und deshalb unbeweglich scheinen, nicht ohne Einfluss und Herrschaft auf uns. Sie äussern nur anders als jene auf uns ihre Einflüsse; allein es ist eben so schwer zu wissen, was sie vermögen, als es zweifelhaft bleibt, ob sie etwas vermögen."

Seneca hatte in sofern Recht, dass, wenn man mit ihm und mit der ganzen stoischen Schule annimmt, die Kunst aus dem Fluge der Vögel wahrzusagen gründe sich auf Beobachtungen, es kein einziges Wesen gebe, — nicht etwa nur Sterne, sondern dass dies ebenso gut von dem kleinsten Vogel, selbst von einer Mücke gelte, — dessen Bewegungen und Begegnungen nicht etwas zu bedeuten hätten; [63]) denn alles, was geschieht, steht in Zusammenhange mit dem, was kommt. Dieser Glaube war eine nothwendige Folge von der Fatalitätslehre der Stoiker und der anderen philosophischen Secten. So bestreitet zwar Plotinus, der Lehrer des Porphyrus, in seiner Schrift: *Si faciunt astra* jeden Einfluss, jede Herrschaft, welche die Fixsterne auf das Geschick des Menschen ausüben, aber er setzt doch hinzu, dass einem Jeden von uns aus dem Fluge der Vögel und dem Gange und Stande der 7 Planeten die Zukunft vorhergesagt werden könne. Statius (Thebais. VI) sagt: „Wer möchte es zu bestreiten wagen, dass Vorbedeutungen die Geheimnisse der Zukunft enthüllen? Dem Menschen wird sein Geschick offenbart, aber er achtet nicht

*) *Quaest. nat.* II. cap. 32. Die Stelle erscheint übrigens sehr verdorben.

darauf und so entgeht ihm der Vortheil, welchen er aus den himmlischen Anzeigen, aus den höheren Winken ziehen könnte.“ Der Kanzler Baco liess sich eine vernünftige Astrologie wohl gefallen und entwarf selbst die Grundzüge und Regeln für eine solche. Nach ihm sollte man alles Mögliche vorhersagen können und zwar, wenngleich mit weniger Zuverlässigkeit, bis in das speciellste Detail. Um das aber zu vermögen, genüge es nicht, die Einfluss ausübenden Sterne im Allgemeinen zu kennen, sondern auch die betheiligten Personen und Sachen.*)

Die Geschichte liefert manche Belege dafür, dass selbst sonst geistig hochstehende Männer die lächerlichsten Wahrsagereien für baare Münze nahmen. Wir brauchen gar nicht bis auf Cicero (*De divin.*) zurückzugehen; denn die Zeiten, wo man an Astrologie, Zauberei oder Hexerei glaubte, liegen gar nicht zu weit zurück. Im Mittelalter gab es, wie Beugnot**) sagt, ganze Massen von unterrichteten Leuten, die steif und fest an dergleichen glaubten; ja es gab wohl nicht leicht einen Flecken oder ein Dorf, in welchem nicht ein Hexenmeister sein Wesen getrieben hätte.

Der Komet von 1556 soll Carl V. zur Abdankung bestimmt haben. Franz I. ernannte 1524 den berühmten Agrippa zum Arzte seiner Mutter, Louise von Savoien; dieser musste aber, weil er die Sterne über das künftige Geschick Frankreichs zu befragen verweigerte, die Flucht ergreifen und sich nach Anvers zurückziehen.

Ludwig XIII. und Ludwig XIV. liess man das Horoskop stellen, und die Wahrsager sollen namentlich dem Letzteren eine glänzende Zukunft aus den Sternen vorhergesagt haben. Verlangte man nicht sogar 1740 in Russland von dem berühmten Euler, dass er dem Prinzen Yvan das Horoskop stellen solle? Sogar Tycho de Brahe theilte den Glauben an die Sterndeutekunst. Selbst Kepler, der grosse Kepler, das grösste Genie seines Jahrhunderts, den man leider in Dürftigkeit schmachten liess, war gezwungen, von der Astrologie und Nativitätsstellerei ein Gewerbe zu machen, um nur leben zu können. Als man ihm daraus einen Vorwurf machte, antwortete er, es sei nun einmal nicht zu ändern; das unächte Kind müsse das ächte ernähren.

---

*) *De dignitate et augmentis scientiarum*, cap. 4.
**) *Histoire de la destruction du pagan. en Occident.*

Anmerkungen des Uebersetzers zum dritten Abschnitte.

Erstes Capitel.

1) Laplace *(Exposit. du syst. du monde, chap.* 10.*)* berechnete die Grenze, bis zu welcher die Atmosphäre reichen kann, indem er die Grenze bestimmte, über welche hinaus jeder Körper wie ein Mond um die Erde in 24 Stunden sich herumbewegen müsste. Er fand einen Abstand von 5,66 Erdhalbmessern von der Erdoberfläche an, also 4865 Meilen Höhe. Weiter könnte die Atmosphäre unter allen Umständen nicht reichen. — Wollaston *(Philos. Transact.* 1822. T. I. p. 89; Gilbert's Annal. Bd. LXXII. S. 37.) zeigt, dass in einer Entfernung von 8046500 Metern von der Erdoberfläche die Attractionskraft der Erde der Attractionskraft des Mondes gleich ist. Reichte unsere Atmosphäre bis dahin, so müsste der Mond auch eine Atmosphäre haben; aber da dies nicht der Fall ist, so kann die Erdatmosphäre nicht so weit gehen, d. h. sie muss begrenzt sein. — G. G. Schmidt (Gilbert's Annal. Bd. LXXII. S. 309) setzt die Grenze der Atmosphäre da, wo die Expansivkraft der Luft mit der Schwere im Gleichgewichte steht. Je nach dem Gesetze über die Abnahme der Temperatur mit der Höhe, welches zu Grunde gelegt wird, erhält man hier ein verschiedenes Resultat, zwischen 7,22 und 27,5 geographischen Meilen unter dem Aequator. — Aus dem Eintreten der Dämmerung fand Kepler 10 geographische Meilen; Delambre 9,5 geographische Meilen und Arago 7,92 geographische Meilen. — Die Atmosphäre ist also wohl nicht unter 6 und nicht über 27 geographische Meilen hoch, wahrscheinlich 10 bis 12 Meilen oder $^1/_{80}$ des Erdhalbmessers.

2) Wie weit feste Substanzen fortgeführt werden, zeigen namentlich die trockenen Nebel; vergl. Abschnitt III. Cap. 11.

3) Ueber Regnault's Versuche vergl. *Annal. de chim. et de phys.* 1852. T. XXXVI. p. 385—405; Lewy (ebenda T. XXXIV. p. 5—29) fand in der Luft auf dem Meere bei Tage etwas mehr Sauerstoff und Kohlensäure als des Nachts und ebenso bei trockener Witterung etwas mehr als bei nasser. Nach demselben soll auch, wie schon de Saussure angab, der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre mit der Höhe zunehmen. Das Letztere und ebenso den grösseren Kohlensäuregehalt bei schönem Wetter bestätigt auch Schlagintweit (Poggend. Ann. Bd. LXXXVII. S. 293—306). — Untersuchungen über die Zusammensetzung der Luft zu München während der Cholerаepidemie 1854 hat A. Vogel d. j. (Pharmaceut. Centralbl. 1854. S. 875) angestellt, ebenso R. D. Thomson zu derselben Zeit zu London (Instit. 1854. 447). Beide fanden keinen Bestandtheil der Atmosphäre, welcher als zu der Verbindung der Cholera als in näherer Beziehung stehend zu betrachten wäre.

4) Diese Angabe über Pascal ist nicht ganz genau. In der Vorrede zu: *Traitéz de l'Equilibre des Liqueurs et de la Pesanteur de la Masse de l'Air par Mr. Pascal, Paris* 1653—1698 heisst es: *Parce qu'il estoit impossible de la (la grande expérience de l'Equilibre des Liqueurs) faire en cette ville de Paris, qu'il n'y a que très peu de lieux en France propres pour cet effet, et que la ville de Clermont en Auvergne est un de plus commodes, je priais Monsieur Perrier Conseiller en la Cour des Aydes d'Auvergne, mon beaupère, de prendre la peine de l'y faire.* Vergl. auch de Luc, Untersuchungen über die Atmosphäre 1776. Bd. I. S. 223.

5) Oltmann's Tafeln: *Tables hypsométriques portatives par. J. Oltmanns.* Paris 1811; Gilbert's Ann. Bd. XXXVIII. S. 278; Marbach's phys. Wörterb. 2. Aufl. Art. Höhenmessung, barometrische (bearbeitet von dem Uebersetzer) Bd. III. S. 815. Auch die Verdienste von Gauss durch seine Tafeln (Marbach's phys. Wörterb. a. a. O. S. 820.) sind hervorzuheben.

6) Ueber den Barometerstand im Niveau des Meeres, vergl. A. Erman in Poggend. Annal. Bd. LXXXVIII. S. 260. Marbach's phys. Wörterbuch III. S. 826.

Zweites Capitel.

7) Kosmos I. S. 336.

8) Vergl. Dove's meteorologische Untersuchungen, Berlin 1837. S. 71—76, S. 99 über die Windrosen u. die mittleren Veränderungen des Barometers. S. 193 ff.

Drittes Capitel.

9) Namentlich sollten die Gesellschaften für Versicherungen zur See es den Schiffscapitainen zur Bedingung machen, ein Barometer an Bord zu nehmen und über den Stand desselben genaue Register zu führen. Ein Schiff ohne Barometer müsste höhere Prämien zahlen.

Viertes Capitel.

10) Mayow's Abhandlung über das Athmen erschien 1668. Sie enthält nach Sprengel, Geschichte der Arzneikunde, Bd. IV. S. 128, die Keime der neueren Meinungen über den Athmungsprocess.

11) Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft, sagt Bd. VI. S. 484. §. 979 b. „Beide, Blut und Luft, müssen in gehörigem Maasse zusammentreten, um ein vollständiges Athmen zu geben." Ferner S. 490. §. 980 h.: „Da die Verwandtschaft zwischen Blut und Luft bei verschiedenen Proportionen des Gases in der eingeschlossenen Luft sich immer gleich bleibt, so deutet dies auf einen vom Blute unter allen Umständen erstrebten Sättigungspunkt hin."

12) Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge. Götting. 1836; vergl. Poggend. Ann. Bd. XL. S. 1 und Marbach's phys. Wörterb. 2. Aufl. Art. Atmosphäre Bd. I. S. 466.

13) A. v. Humboldt, Kleinere Schriften. 1853. Bd. I. S. 191. Ebenda S. 175—205 findet sich Boussingault's Besteigung des Chimborazo, die in den nächstfolgenden Zeilen erwähnt wird, während v. Humboldt's eigener Versuch den Chimborazo zu ersteigen auf S. 133 ff. enthalten ist. — Nach S. 193 bezeichnet man in Amerika den meteorologischen Zustand der Luft, welcher die Respirations-Organe so sehr angreift, mit dem Namen Soroche.

14) A. v. Humboldt's Ansichten über den geringen Nutzen der Ersteigung grosser Höhen s. in: Kleinere Schriften I. S. 133.

15) Es bezieht sich dies auf die Erzählung v. Humboldt's (Kosmos III. S. 69, und Ansichten der Natur II. S. 54), dass er seinen Freund Bonpland, in einem weissen Mantel (Poncho) reitend, in Quito aus einer Entfernung von 3,7 geographischen Meilen mit unbewaffnetem Auge unterschieden habe. Nimmt man die Schulterbreite zu 3 bis 5′ an, da der Mantel bald anlag, bald flatterte, so ergiebt sich hier ein Sehwinkel von 7,″25 bis 12″.

16) Triger, Civilingenieur in Angers, schlug zuerst vor das Wasser in Steinkohlengruben durch Verdichtung der Luft zurückzudrängen, statt auszupumpen. Zu Chalonnes (Maine-et-Loire) wurde es zuerst 1841 ausgeführt. — Ueber die Wirkungen eines Aufenthaltes in verdichteter Luft vergl. B. Pol und T. J. J. Watelle in: *Ann. d'hygiène publ.* 1854. *Avril* p. 241 — 279, und M. A. Guérard ebenda p. 279 — 304 und den Bericht hierüber in: Centralblatt für Naturwissenschaft und Anthropologie von Fechner, 2. Jahrgang 1854. No. 25. S. 481 ff. — Marchal (*Compt. rend.* 1853. T. XXXVII. p. 863) glaubt aus Versuchen schliessen zu müssen, dass die Abänderungen des Luftdruckes keineswegs den ihnen zugeschriebenen Einfluss äussern, und ist der Ansicht, dass in den mei-

sten Fällen zugleich mit der Verminderung des Druckes auf die Oberfläche des Körpers Verdünnung der in die Lungen dringenden Luft und mithin Verminderung der zur normalen Hämatose erforderlichen Menge Sauerstoffs stattfindet.

Fünftes Capitel.

17) Dies Capitel schien mir einer vollständigen Umarbeitung zu bedürfen, die ich daher im möglichsten Anschlusse an das Original versucht habe.

18) Die genauere Tabelle s. in Kämtz Met. I. S. 243.

19) Vergl. Dove, meteorologische Untersuchungen, Berl. 1837. S. 124 und 130. A. v. Humboldt, Kosmos I. S. 338 und S. 479. Ich selbst habe in dem Programme der höheren Bürgerschule zu Frankfurt a. O. vom Jahre 1839 aus den zu Berlin von Mädler angestellten Beobachtungen aus den Jahren 1831 bis 1835 die Winddrehung für Berlin durch Summirung der Quadranten berechnet und dabei gefunden, dass sich daselbst im Mittel 8,7 vollständige Drehungen mehr zeigen in dem Sinne des Drehungsgesetzes als im entgegesetzten, und dass im jährlichen Mittel ununterbrochen vorwärtsgehende Drehungen durch die ganze Windrose 11,2, rückwärtsgehende nur 3 stattfinden. — Lapschine hat das Dove'sche Drehungsgesetz aus Beobachtungen von 1845—1849 für Charkow bestätigt gefunden (*Bullet. de la Classe phys-math. de l'Acad. de Petersburg.* 1853. p. 289).

20) Ausführlich handelt hierüber Dove, meteor. Untersuchungen. S. 245 ff. Die dort angeführte Quelle (*Phil. Trans.* 1686 p. 152) findet sich auch in: *Miscellanea curiosa: Containing a collection of some of the principal Phaenomena in nature.* 3 Vol. Lond. 1726. Vol. I. p. 61.

21) Vergl. Dove a. a. O. S. 38.

22) Dove trug seine Ansicht zuerst am 26. November 1840 in der Academie der Wissenschaften zu Berlin vor; vergl. Poggend. Ann. Bd. LII. S. 1. — Die Stürme hat wohl Capper, Officier der ostindischen Compagnie, zuerst als Wirbelwinde erkannt: Ueber die Winde und Monssums. 1801. — Redfield in Newyork kam unabhängig zu demselben Resultate und legte dies in 4 Abhandlungen vor; Reid setzte (1838) die Untersuchungen desselben fort.

23) Taylor hat neuerdings über die Stürme unter den Tropen geschrieben (*L'Institut.* No. 987. pag. 391.). Nach ihm herrschen sie unter dem 10. bis 20.°, aber unter dem Aequator selbst werden sie nicht beobachtet. Ein warmer, erstickender und ruhiger Zustand der Atmosphäre und ein niedriger Barometerstand geht ihnen unmittelbar vorher. Die Kraft des Windes wird in dem Maasse stärker als man sich dem Mittelpunkte des Sturmes nähert. Er ist überzeugt, dass die Luft beim Sturme eine Rotationsbewegung um ein Centrum macht, welches selbst fortschreitet, und dass die Rotation auf derselben Halbkugel stets in demselben Sinne erfolgt. Er glaubt, dass die theilweise Leere, welche der niedrige Barometerstand anzeigt, nicht die Wirkung einer centrifrugalen Kraft, sondern die erste Ursache der rotirenden Bewegung ist, indem sie gewissermassen von ausserhalb Luft entlehnt und nach innen zieht. Diese Bewegung müsste scheinbar in gerader Richtung erfolgen, aber da die Erde und mit ihr die Luft sich bewegt, so ist die Geschwindigkeit dieser Bewegung für ein Lufttheilchen, das sich in einer gewissen Entfernung von diesem Mittelpunkte befindet, grösser als für ein anderes, welches ihm näher liegt, woraus folgt, dass diese Theilchen in dem Maasse, in welchem sie sich dem Mittelpunkte nähern, ihre grösste Geschwindigkeit beibehalten und sich nicht mehr radical und convergirend, sondern im Kreise oder in Spiralen bewegen, die sich verkleinern, je mehr sie sich dem Mittelpunkte nähern. Taylor zeigt die Folgen dieser combinirten Bewegungen, indem er annimmt, dass diese Störung um einen der Erdpole herum anfängt, und verfolgt nun die Veränderungen unter anderen Breiten. Auch die See- und Landbrisen sind nach ihm dieses rotirenden Charakters theilhaftig.

Eine Anleitung für Seefahrer, den Gefahren der Stürme zu entgehen, giebt

Gräfe: Ueber Orkane, Hamburg 1856. — Die Wirbelwinde in den chinesischen Gewässern sollen nach Mittheilungen englischer Capitäne einen Focus von etwa 250 englischen Meilen haben, ihre Wirkung aber noch auf eine Entfernung von 1200 englischen Meilen äussern.

Sechstes Capitel.

24) Nach Kämtz, Meteorologie I. S. 259, von dem arabischen *Samma*, Jemanden vergiften.

25) Hierauf bezieht sich, was v. Humboldt im Kosmos I. S. 376 sagt: „Pflanzen wandern im Ei."

26) Kämtz a. a. O. I. S. 260 sagt: „Gewöhnlich werden Samum und Harmattan in den Lehrbüchern als verschiedene Phänomene angeführt, aber schon Golberry bemerkt mit Recht, dass beide völlig identisch seien." Vergl. auch ebenda S. 273.

Siebentes Capitel.

27) S. Abschnitt I. Cap. 3.

28) v. Humboldt, Kleinere Schriften Bd. I. S. 374—376.

29) Der Schall hat bei trockener, nicht bewegter Luft, bei 0°C. und bei mittlerem Barometerstande nach den im Jahre 1823 angestellten Versuchen von Moll, van Beek und Kuytenbrouwer eine Geschwindigkeit von 1058,22 preuss. Fuss und für je 1°C. über Null ist nach Arago's Beobachtungen $2^{7}/_{1000}$ preuss. Fuss mehr zu rechnen.

30) *Histor. natur.* lib. XXXVI. cap. 23.

Achtes Capitel.

31) Vergl. Kämtz, Meteorologie I. S. 352. Eine deutsche Uebersetzung der englischen Abhandlung ist von Horner erschienen: Wells über den Thau, Zürich 1822.

33) Kämtz ebenda I. S. 365, 393 und III. S. 96 bis 102; vergl. auch Poggendorf's Annal. Bd. 88. S. 543—556.

33) Peltier hat eine auf elektrische Verhältnisse basirte Nebeltheorie aufgestellt, deren Widerlegung Duprez sich unterzogen hat (*Mém. des Savans étrang. de la Soc. Roy. de Brux.* T. V. p. 1).

34) Dove (Meteorologische Untersuchungen S. 47 und 48) sagt: „Wolken denkt man sich gewöhnlich als etwas Fertiges, Bestehendes, als eine Art von Magazine, in denen aller unten herabfallende Regen, Schnee und Hagel präparirt wird, ... in der Luft schwimmen ... Wer eine Wolke für etwas Bestehendes hält, der mag versuchen, sie in einer *Camera obscura* zu zeichnen, oder, wenn er das Talent hat, in Wolken Thier- und menschliche Gestalten zu sehen, darauf achten, wie oft er wie Polonius seinen Vergleich ändern muss .... Die Beständigkeit ist nur scheinbar, eine Wolke besteht nur, indem sie entsteht und vergeht, sie ist kein Product, sondern ein Process. Eine Wolke ist ein feiner Regen. Aber fragt man, mag er auch noch so fein sein, warum fällt er nicht? — Wer sagt denn, dass die Nebelbläschen, aus denen die Wolke besteht, nicht fallen; sie lösen sich nur wieder auf, indem sie in die unteren erwärmteren Luftschichten herabsinken u. s. s.

35) Ueber die Methoden, die Höhe der Wolken zu bestimmen vergl. Kämtz a. a. O. I. S. 379 ff. Ueber die Höhe der Gewitterwolken s. Grunert's Archiv, Bd. 21.

Neuntes Capitel.

36) Als Curiosum erwähnen wir noch des berüchtigten Hagelwetters in Potsdam im Jahre 1767, bei welchem Hagelmassen von der Grösse eines Kürbis gefallen sein sollten. Zur Ausschmückung waren fast alle Fensterscheiben zerschlagen, mehrere Ochsen getödtet und einem Bauer ein Arm abgeschlagen. Friedrich II. hatte diese fingirte Nachricht durch beide Berliner Zeitungen verbreiten lassen, um dem von Berlin ausgehenden Gerede über bevorstehenden Krieg ein Ende zu machen.

37) Gegen Volta's Theorie spricht besonders, dass er die Wolke als einen festen Körper ansieht, auf dessen Oberfläche die erlangte Fallgeschwindigkeit der Körper zerstört werde. — Die oben v. Humboldt zugeschriebene Theorie ist eigentlich die L. v. Buch's (Abhandlungen der Berliner Academie 1814 — 15. S. 73). Eine andere Hypothese ist noch von Muncke (Gehler's phys. Wörterb. N. B. Bd. V. S. 68) aufgestellt, der auch Kämtz (Meteorologie Bd. II. S. 532) im Allgemeinen beistimmt. Olmsted (*Silliman, Americ. Journ. of Science* T. XVII. p. 1; Schweigger-Seidel's Jahrb. Bd. LXI. S. 154) hat eine Hageltheorie aufgestellt, die davon ausgeht, dass Polarströme nach Süden und Aequatorialströme nach Norden (auf der nördlichen Halbkugel) strömend in den höheren Regionen ihre Temperaturen beibehalten sollen. Begegnen sich dann zwei solche Ströme, so wird der in dem einen enthaltene Wasserdampf durch die eintretende Abkühlung niedergeschlagen und in Eis verwandelt. Je niedriger die Temperatur des kälteren Windes, je grösser der Fallraum ist, und je mehr Feuchtigkeit die Luft enthält, desto mehr vergrössern die mit einer ausserordentlichen Kälte begabten Hagelkörner ihren Umfang. Das lokale Vorkommen des Hagels scheint dieser Theorie entgegenzustehen. Vergleiche den von dem Uebersetzer bearbeiteten Art. Hagel in Marbach's physik. Lexikon. 2. Aufl. Bd. III.

38) Vergl. Kämtz Meteorologie I. S. 418 u. 450.

39) Dove hat in der Zeitschrift für allgemeine Erdkunde: Neue Folge. Bd. II. (1857) sehr wichtige Abhandlungen über die Vertheilung des Regens auf der Oberfläche der Erde geliefert. Ich habe es für nöthig gehalten, gleich in den Text mehrere Stellen derselben einzuschalten. Vergl. auch: Marbach's physik. Lexikon. 2. Aufl. Bd. V. Art. Regen. S. 585 ff., und über die Vertheilung des Regens in der gemässigten Zone. Poggend. Ann. XCIV. S. 51.

40) Kämtz, a. a. O. I. S. 431.

41) Ebenda I. S. 466. Die westlichen Winde führen nach Dove (s. dessen Monatsisothermen) die Wasserdünste aus dem caraibischen Meere herbei, sodass dies Meer das Reservoir wäre, in welchem die Verdunstung vorgänge, und an der norwegischen Küste der Condensator dieses grossen Destillirapparates läge. Was von Bergen gilt auch von Sitka in Nordamerika; dort fallen 88 engl. Zoll, hier 86 im jährlichen Mittel und ebenso ist die Regenmenge in Procenten an beiden Orten in den Jahreszeiten gleich vertheilt, nämlich:

im	Sitka.	Bergen.
Winter	26,8	26,6.
Frühling	19,3	17,9.
Sommer	17,7	21,0.
Herbst	36,2	34,5.

Zehntes Capitel.

42) Döbereiner beobachtete (Schweigger's Journ. Bd. IX. S. 222) im Winter 1812 und 1813 mehrmals mit Schnee herabfallenden Staub, der aus Kalk, Kiesel und einer Spur von Eisen bestand. — Nach Harriot (*l'Institut*. No. 233. p. 217) fielen 1775 zu Madras während eines Sturmes Fische herab, zum Theil den Soldaten auf die Köpfe. J. de Pourtalez (Schweigger's Journ. Bd. IX. S. 217)

sah 1813 in Catalonien aus einer Wolke rothe Erde herabfallen, die nach ihm aus Afrika herbeigeführt war.

43) In diesem Falle hat es sich herausgestellt, dass die schwarze Masse von einem Waldbrande herrührte.

44) Die sogenannten Schwefelregen rühren her im März und April von dem Blüthenstaube der Erlen und Haselsträucher, im Mai und Juni von dem der Fichten, der Birke und des Wachholder, im Juli, August und September von dem des Rohrkolbens und von Bärlapp. — Beispiele s. in Gilbert's Ann. Bd. XVIII. S. 337 und Schweigger's Journ. Neue Folge Bd. IX. S. 36.

45) Sogenannter Getreideregen, den der Verfasser nicht erwähnt hat, ist oft beobachtet worden. In der Nähe des Berges Ararath ereignete sich 1827 ein Regen von Fruchtkörnern, stellenweis bis zu einer 6 Zoll hohen Schicht. Desfontains (Schweigger-Seidel Journ. Bd. LX. S. 393) erklärte die Körner für die Früchte von *Lichen lecidea*. Die Knollen von *Ranunculus ficaria* werden vom Regen oft entblösst und fortgeführt und haben Unkundige veranlasst, an einen Getreideregen zu glauben. Ein wirklicher Getreideregen fiel 1804 in Andalusien; es ergab sich aber später, dass ein Sturmwind das Getreide von einer Tenne zu Tanger fortgeführt hatte.

Elftes Capitel.

46) Im Jahre 526, dem 7. Jahre der Regierung Justinian's, herrschte nach Theophanes ein allgemein verbreiteter, die Sonne verdunkelnder, röthlicher Nebel. Auch die Nebel in den Jahren 1652, 1721, 1729 und 1764 gehören vielleicht hierher.

47) Am 26. Juni 1819 ist wahrscheinlich die Erde durch den Schweif des damals erschienenen Kometen gegangen, ebenso im Jahre 1823. In beiden Fällen ist keine besondere Wirkung verspürt worden.

48) Von den Versuchen, den Nebel von 1783 zu erklären, führen wir noch an, dass Maret und Castelli zu Wasserdämpfen, die mit Elektricität beladen aus dem Innern der Erde emporgedrungen seien, ihre Zuflucht nahmen, und dass Bertholon den Nebel für nichts anderes als einen Ausfluss von angehäufter Elektricität ausgab. Ueber den elektrischen Zustand der Atmosphäre damals angestellte Beobachtungen, namentlich von Hammer haben indessen gar keine besondere Menge von Elektricität ergeben. Biot meinte, der Nebel sei Nordlichtmaterie; aber von Nordlichtern damaliger Zeit wissen wir nichts. Vergl. Gilbert's Annal. Bd. LXVII. S. 183.

Zwölftes Capitel.

49) Als ein Beispiel einer bei hellem Sonnenscheine erschienenen Feuerkugel ist die vom 28. September 1852 anzuführen, welche man in Schlesien, Posen und Brandenburg an mehr als 30 Orten beobachtete. Sie erschien in Breslau um 8 Uhr 24 Minuten Vormittags. — G. v. Boguslawski hat ihre Bahn annähernd berechnet. Vergl. Jahresbericht der Schles. Gesellsch. für 1852. — Die bei Tage beobachteten Feuerkugeln sind meistens von Meteorsteinfällen begleitet. Die Verzeichnisse der Feuerkugeln und Meteorsteine enthalten mehrere Fälle; Chladni über Feuer-Meteore etc. Wien 1819; 1. Nachtrag hierzu in Gilbert's Ann. Bd. 68; 2. Nachtrag das. Bd. 71; 3. Nachtrag das. Bd. 75; 4. Nachtrag in Poggend. Ann. Bd. 2; 5. Nachtrag das. Bd. 6; 6. Nachtrag das. Bd. 8; 7. Nachtrag das. Bd. 18; 8. Nachtrag das. Bd. 24; 9. Nachtrag das. Bd. 34 und namentlich der 10. Nachtrag ebendaselbst im 4. Ergänzungsbande.

50) Wenn auch zu gewissen Zeiten im Jahre, namentlich im August und November die Sternschnuppen am zahlreichsten und regelmässigsten erscheinen, so steht es doch nach den neueren Untersuchungen über die periodischen Stern-

schnuppenphänomene fest, dass in allen Monaten des Jahres Sternschnuppenfälle in grösserer Anzahl vorkommen, und zwar vorzugsweise zu Ende Juli und Ende October. Diese beiden Monate stehen also wohl in der Reihe nicht an der richtigen Stelle.

51) *Livii hist.* lib. I. cap. 30.

52) Die grösste Meteorsteinmasse ist die von Tucuman bei Otampa in Laplata, gefunden im Jahre 1783 von Rubin de Celis, denn ihr Gewicht beträgt 300 Centner, während die von Bahia nur 173 Centner wiegt.

53) Am 19. Mai 1853 um 9 Uhr 10 Minuten Vormittags fiel ein Aerolith zu Mannheim auf die Mauer der Kettenbrücke und zersprang in viele Stücke, die leider zumeist in den Neckar flogen. Die aufgefundenen Theile enthielten viel Olivin und Augit, wenig Chromeisen und bis zu 18 Procent Schwefeleisen, auch Spuren von Apatit.

54) Folgende Mittheilung verdanke ich der Güte des Herrn Dr. G. v. Boguslawski, der sich auf dem Gebiete der Sternschnuppen einen bereits anerkannten Namen erworben hat. In einem über „Meteore" nächstens erscheinenden Werke desselben ist Folgendes enthalten: „Sämmtliche Meteormassen im Ganzen genommen enthalten 41 verschiedene Mineralspecies, aus denen sie zusammengesetzt sein können. Ist nach Naumann (Elemente der Mineralogie) die Zahl der auf der Erde bekannten Mineralspecies 620, so betragen die die Meteorolithen bildenden Mineralien etwa $6^1/_2$ Procent der ganzen Anzahl. Von diesen 41 Mineralien sind indessen noch 18 als den meteorischen Massen eigenthümlich zu betrachten, sodass nur 23 ihnen und unserer Erde gemeinsam sind. Vielleicht von Wichtigkeit für die einstige, sichere Kenntniss ihres wahren Ursprungs ist der Umstand, dass nickelhaltiges Eisen sich nicht unter den tellurischen Mineralien findet und doch $^9/_{10}$ des Gewichtes aller bekannten Meteormassen ausmacht. Nur $^1/_{20}$ bilden die ausser jenem Nickeleisen in den Meteormassen am häufigsten vorkommenden 9 Mineralspecies; Olivin, Augit oder Hornblende, Magnetkies, Anorthit (Labrador und Albit), Eisen und Chladnit. — Forscht man nach einem charakteristischen Unterschiede zwischen den Meteormassen und den die Erdrinde zusammensetzenden Gesteinen, so wird er vielleicht darin bestehen, dass in den ersteren die aus den chemisch einfachen Stoffen gebildeten, mineralogisch einfachen Substanzen zu einem Gemenge vereingt sind, dessen Gleiches auf der Erde nicht gefunden wird (vergl. Poggend. Ann. Bd. XXXVI. S. 166), dann aber auch in dem vorwaltenden metallischen Charakter der Meteormassen und dem daraus folgenden höheren specifischen Gewichte derselben. — Diese Verschiedenheit des mineralogischen oder petrologischen Charakters leitet von selbst zu der Ansicht, dass die meteorischen Massen vor ihrem Herabfallen der Erde nicht angehört haben.

Wenn aber auch einzelne Mineralspecies den Meteormassen eigenthümlich sind, so ist dies nicht mit den elementaren Stoffen der Fall, aus denen sie bestehen. Diese sind vielmehr sämmtlich dieselben als die jetzt noch auf der Erde sich vorfindenden. Elie de Beaumont hat in seiner „*Note sur les émanations volcaniques et metallifères*" gezeigt, dass von den 16 auf der Erde am meisten verbreiteten Elementen 15 in den Meteormassen vorkommen, dass nämlich das Fluor das einzige von den 16 Elementen ist, welches in den Meteormassen sich nicht vorfindet. Diese 15 Elemente sind: Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Mangan, Eisen, Wasserstoff, Silicium, Kohlenstoff, Phosphor, Stickstoff, Schwefel, Sauerstoff, Chlor. Ausser diesen finden sich noch folgende 6 Elemente (also zusammen 21), die sich überdies nach Elie de Beaumont auch noch in Gängen zeigen, nämlich Nickel, Kobalt, Blei, Zinn, Kupfer, Chrom.

54) Der von dem Verfasser hier angeführte Einwand gegen den atmosphärischen Ursprung der meteorischen Massen ist nicht stichhaltig, da das Eisen auch in den Meteormassen als Eisenoxydul vorkommt, z. B. in dem Steine von Blaauwo-Kapel bei Utrecht (1843. Juni 2).

56) Als zwei der eifrigsten Verfechter und Vorkämpfer für den selenitischen

oder lunarischen Ursprung der Meteòrsteine sind noch Berzelius (Poggend. Ann. Bd. XXXIII. S. 1 u. 113) und Benzenberg (die Sternschnuppen sind Steine aus den Mondvulkanen etc. Bonn. 1834) zu nennen.

57) Wir verweisen hierbei auch auf A. Erman's Hypothese über den Ursprung der kalten Tage des Februar und Mai. Vergl. Poggend. Ann. Bd. XLVIII. S. 582.

Dreizehntes Capitel.

58) *Venturi, Essai sur les ouvrages de Léonard de Vinci.* 1797. p. 11.

59) In dem Programme der höheren Bürgerschule zu Frankfurt a. O. vom Jahre 1839 habe ich in einer Abhandlung: „Untersuchungen über die Windverhältnisse zu Berlin", denen 5jährige Beobachtungen (1831—1835) zu Grunde liegen, auf S. 15 auch die Abhängigkeit der Windverhältnisse von den Mondphasen zu ermitteln gesucht. Ich fand, dass die vorherrschenden westlichen Winde in ihrer resultirenden Richtung am nächsten nach Süden fallen zur Zeit des ersten Viertels, und sich am meisten davon entfernen zur Zeit des letzten, dass mit der grössten Annäherung an Süden das Maximum der Stärke zusammenfällt und mit der grössten Abweichung das Minimum derselben. In Betreff der Anzahl der südwestlichen Winde überhaupt fand sich das Maximum beim ersten Viertel, das Minimum beim letzten; für nordöstliche Winde ergab sich die Anzahl am kleinsten zur Zeit des ersten Octanten und am grössten zur Zeit des dritten, sodass das Minimum der nordöstlichen Winde dem Maximum der südwestlichen und das Maximum der nordöstlichen dem Minimum der südwestlichen vorausgeht. Eine Abhängigkeit der Windverhältnisse von der Mondstellung dürfte nicht zu bezweifeln sein.

Vierzehntes Capitel.

60) Mehr hierüber in Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft Bd. I. §. 170.: „Die Menstruation hat eine Umlaufszeit, wie der Mond. Einen unmittelbaren Einfluss hat der Mond jedoch offenbar nicht, denn in diesem Falle müssten alle Weiber in einer bestimmten Phase des Mondes menstruiren, da doch kein Tag im Monate ist, an welchem es nicht menstruirende Frauen gäbe. Bei denen, deren Menstruation 6 oder 8 Tage dauert und nach 23 Tagen wieder erscheint, ist auch die Periode die eines Sonnenmonates und tritt also das Jahr hindurch bei ganz verschiedenem Stande des Mondes ein." Osiander (Handbuch der Entbindungskunst I. S. 268) behauptet, im Neumonde seien im Ganzen mehr, besonders aber jüngere Frauen; im Vollmonde hingegen mehr ältere Frauen menstruirt. Diese Beobachtung ist nicht allgemein genug, und wenn sie es wäre, so würde die grösste Nähe und die grösste Entfernung des Mondes gleiche Wirkung haben. Wir können also blos im Ganzen genommen, eine Uebereinstimmung der Periodicität des menschlichen Organismus mit der des Mondes, die auch in anderen Erscheinungen sich offenbart, anerkennen. Ebenso Bd. III. §. 620. c: Die menschliche Menstruation kommt in allen Mondzeiten ohne Unterschied vor und zeigt sich also dem unbefangenen Sinne als eine vierwöchentliche, aber nicht als eine monatliche Periodicität.

61) Burdach a. a. O. Bd. I. §. 307. m. führt überdies an, dass nach Osiander in den ersten 14 Tagen nach der Menstruation und im Vollmonde mehr Mädchen, aber in den letzten 14 Tagen vor der Menstruation und im Neumonde mehr Knaben gezeugt werden; nach Venette dagegen im Vollmonde mehr Knaben.

62) Ueber den Einfluss des Mondes auf die Krankheiten spricht sich Burdach a. a. O. III. §. 620. c. und d dahin aus, dass uns die Vertheidiger desselben solche Angaben lieferten, durch welche kein bestimmtes Bild gewonnen werden könne. Die Periodicität des menschlichen Lebens komme zwar der des Mondes nahe, treffe aber nicht völlig mit ihr zusammen. „Somit erkennen wir denn die

vierwöchentliche, ebenso wie die dreitägige und wöchentliche Periodicität des Menschenlebens für eine rein organische an u. s. w."

63) Capitän Johnson von der Bark Ellen erzählt folgende wunderbare, der Aufbewahrung werthe Geschichte (National-Zeitung. Berlin 7. October 1857. No. 468), die ihm nach dem im September 1857 stattgehabten Untergange des Newyorker Dampfschiffs „Central-Amerika" begegnete. „Der Wind hatte mich ein wenig aus meinem Course getrieben und ich hatte eben ein wenig gewendet, um den Verlust wieder gut zu machen, als ein kleiner Vogel ein oder zweimal quer über das Schiff strich und mir dann gerade ins Gesicht flog. Ich nahm Anfangs keine Notiz davon; als der Vogel aber zum zweiten Male kam und dasselbe Manöver wiederholte, erregte er meine lebhafte Aufmerksamkeit, und als er zum dritten Male kam, beschloss ich, in den Cours zurückzukehren, den ich eben verlassen. Kaum war das Schiff gewendet, so hörte ich Laute im Wasser und entdeckte, dass ich mich unter Schiffbrüchigen befand, von denen ich in wenigen Minuten eine Anzahl rettete.

VIERTER ABSCHNITT.

Von den Temperaturverhältnissen.

ERSTES CAPITEL.

Eigenwärme der Erde.

Nachdem wir bereits manche Erscheinungen skizzirt haben, welche die Oberfläche unseres Planeten, der in dem unendlichen Weltenraume als eine verschwindend kleine Grösse, aber dennoch den allgemeinen Weltengesetzen gehorchend erscheint, der Beobachtung darbietet, schreiten wir zur Untersuchung der Temperaturverhältnisse, von welchen das Bestehen und Gedeihen aller organischen Wesen bedingt wird. Die Sonne ist zwar unstreitig die mächtigste, wo nicht die einzige Quelle, aus welcher Thiere und Pflanzen Leben schöpfen; gleichwohl wollen wir zunächst die Frage der Untersuchung unterziehen, ob die Erde eine Eigenwärme besitzt, und wieweit in diesem Falle sich ihr Einfluss auf die Vorgänge auf der Erdoberfläche erstreckt.

Die Erde ist ein an den Polen abgeplattetes und an dem Aequator angeschwollenes Sphäroid, wie solches bei einer um ihre Axe rotirenden freien Flüssigkeit eintreten muss. Heraclid von Pontus, Icetas von Syracus, Seleucus, Leucippus und Plato bekannten sich bereits zu der Ansicht, dass die Erde sich um sich selbst drehe, sodass Galilei gar nicht als Entdecker dieser Ansicht gelten kann, sondern nur als derjenige, welcher sie zu beweisen suchte, anzusehen ist.[1]) Die Annahme, dass unser Planet ursprünglich flüssig gewesen sein müsse, gilt jetzt bei allen Naturforschern und Geologen als unumstössliche Wahrheit. Huyghens schlug 1673 zuerst die Länge des Secundenpendels vor

zur Bestimmung der Grösse der Abplattung. Nach dieser Methode erhielt Duperrey $^1/_{266,4}$, Freycinet $^1/_{286,2}$, Forster $^1/_{289,5}$, Mathieu $^1/_{298,2}$, Biot $^1/_{304}$ und Kater $^1/_{305,32}$. Aus den Gradmessungen von Puissant, Schmidt, Walbeck etc. ergab sich $^1/_{297}$ bis $^1/_{302}$. Nach Bessel's Untersuchungen beträgt dieselbe $^1/_{299}$ und nach Enke $^1/_{298,3}$. Die halbe Erdaxe ist hiernach ungefähr $2^3/_4$ Meilen kürzer als der Halbmesser des Aequators.

Aus den Mondungleichheiten schloss Laplace auf eine Abplattung von $^1/_{305,05}$ bis $^1/_{304,6}$. Er sagt: „Es ist höchst merkwürdig, dass ein Astronom ohne aus seiner Warte zu gehen, lediglich aus einer Vergleichung der Beobachtungen mit den Ergebnissen der Analysis die Grösse und Abplattung der Erde und ihren Abstand von der Sonne und dem Monde genau bestimmen kann, wozu sonst langwierige und beschwerliche Reisen nach beiden Hemisphären erforderlich gewesen sind.“ Ebenfalls aus astronomischen Beobachtungen erhielten v. Lindenau $^1/_{315,82}$, und Legendre $^1/_{318}$.

Nachdem man die Erde gemessen hatte, hat man auch ihr Gewicht zu bestimmen gesucht, was an sich leicht ist, wenn man ihre Dichtigkeit und ihr Volumen kennt. Von den verschiedenen Wegen, welche man hierbei eingeschlagen hat, ist der einfachste und jedenfalls der genaueste die Benutzung der Drehwage. [2]) Mit ihrer Hülfe fand Reich ein specifisches Gewicht 5,44 und Baily 5,6747, das Gewicht des destillirten Wassers als Einheit gesetzt. Cavendish fand aus seinen schönen Beobachtungen, die er mit Mitchel's Apparate anstellte, 5,48, wofür E. Schmidt genauer 5,52 berechnete, während Pendelbeobachtungen in der Ebene und auf dem Gipfel eines Berges Carlini 4,39, Drobisch 5,43 und Laplace 4,761 ergaben.*) Da die mittlere Dichtigkeit der Erde an ihrer Oberfläche nur 1,5, die des Festlandes nur 1,7 beträgt, so kann man sich einen ungefähren Begriff davon machen, welche ungeheuere Dichtigkeit in den centralen Schichten herrschen muss. Nachdem man das Gewicht der Erde gefunden hatte, bestimmten die Astronomen auch das der Sonne und der Planeten. Aus Allem ergab sich, wie wenig begründet Halley's Hypothese war, nach welchem die Erde eine hohle Kugel sein sollte, die wie ein Haus mit mehreren Stockwerken sowohl innen wie aussen bewohnt wäre. „Für die Beleuchtung des Erdinnern, sagte er, werde schon auf irgend eine Weise gesorgt sein.“

Seit Descartes, Leibnitz und Buffon nimmt man allgemein an, dass die Erde ursprünglich feurigflüssig gewesen, an ihrer Oberfläche durch Abkühlung erstarrt, aber im Innern noch geschmolzen geblieben sei. Für diese Ansicht spricht die Wärme der

*) *Mécanique céleste* V. pag. 46.

Quellen, besonders die der warmen und die Temperatur, welche man in den tieferen Schichten der Erdrinde antrifft.

Die Thermometerbeobachtungen in den Kellern des Pariser Observatoriums haben erwiesen, dass es in einer gewissen Tiefe unter der Erdoberfläche eine Schicht giebt, deren Temperatur seit Jahrhunderten unveränderlich geblieben ist. Lahire hatte schon 1671 die Beobachtung gemacht, dass während eines ganzen Jahres in den Kellern ein und derselbe Wärmegrad geblieben war. Cassini erhielt 1730 ein ganz gleiches Resultat, und da ihm die ganze Wichtigkeit desselben einleuchtete, so brachte er später auf dem Boden des Kellers in einem mit sehr feinem Sande gefüllten Glasgefässe ein von Lavoisier aus möglichst reinem Quecksilber angefertigtes Thermometer an, welches eine genaue Ablesung bis auf die Hälfte eines Hundertstel eines Grades gestattete. Cassini's Beobachtungen, welche Bouvard mit der allergrössten Sorgfalt 32 Jahre lang fortsetzte, haben entschieden gezeigt, dass in den Kellern des Observatoriums eine constante Temperatur von $11,^{0}82$ herrscht. In den letzten 20 Jahren bemerkte man bisweilen eine Abweichung um $0,^{0}220$; aber es stellte sich heraus, dass hieran ein Luftstrom Schuld war, der durch die Arbeiten in den Pariser Steinbrüchen veranlasst wurde. Es steht somit fest, dass in unseren Klimaten in einer Tiefe von etwa 100 Fuss unter der Erdoberfläche eine unveränderliche Temperatur herrscht. Dass unter höheren Breiten diese Temperatur sich erst in viel grösserer Tiefe findet, scheint nicht zweifelhaft; in der heissen Zone trifft man dieselbe nach Boussingault's Untersuchungen bereits in einer Tiefe von einem Fusse unter der Oberfläche an.*)

Pouillet hält sich, freilich nur in Folge einer geringen Anzahl von Beobachtungen, zu dem Schlusse berechtigt, dass in unseren Breiten 1) die täglichen Variationen nur bis zu einer Tiefe von etwa 3 Fuss sich bemerkbar machen; 2) die jährlichen Temperaturmittel verschiedener Schichten von dem Jahresmittel der Lufttemperatur nur wenig verschieden seien; 3) die Differenzen zwischen dem Maximum und Minimum der einzelnen Schichten, wenn man in arithmetischer Progression von der Oberfläche hinabsteigt, in geometrischer Progression abnehmen; 4) die jährliche Variation bis zu einer Tiefe von 25 bis 30 Fuss nur einen Grad betrage, bis 45 und 50 Fuss nur $0,^{0}1$, bis 65 bis 80 Fuss nur $^{1}/_{100}$ Grad; 5) bei etwa 25 Fuss Tiefe, wo die Variation 1^{0} beträgt, die Jahreszeiten gerade auf entgegengesetzte Weise sich geltend machen, nämlich dass das Maximum um den 1. Januar und das Minimum gegen Ende Juni sich einstelle.

---

*) *Ann. de chim. et de phys.*, t. VIII.

Temperaturbeobachtungen in Schachten und artesischen Brunnen sind in dieser Beziehung von besonderer Wichtigkeit geworden. Gensanne hat 1740 wohl die ersten hierher gehörigen Beobachtungen in den Bleiminen von Giromagny gemacht; de Saussure stellte 1785 im Kanton Bern und von Humboldt 1791 in den Freiberger Gruben ebenfalls Beobachtungen an. Seitdem hat man in Frankreich und fast in allen Erdtheilen dieselben wiederholt und vervollständigt und allenthalben es bestätigt gefunden, dass die Temperatur mit der Tiefe steigt.[3]) In der Steinkohlengrube von Monk-Wearmouth bei Newcastle, deren Tiefe bis 1450 preuss. Fuss unter dem Meeresspiegel reicht, fand Philipps auf 103 Fuss eine Zunahme um 1°; in den sächsischen Gruben fand Reich jedoch eine Zunahme um 1° auf 133 Fuss. Die artesischen Brunnen liefern analoge Resultalte: das Bohrloch zu Neusalzwerk in Westphalen zeigte eine Temperaturzunahme um 1 Grad auf 94 Fuss; das von Preny bei Genf ebenfalls, das des Brunnens zu Grenelle bei Paris, bei welchem das Wasser mit einer constanten Temperatur von 27,°7 aus einer Tiefe von 1743 preuss. Fuss emporsteigt, auf 105 Fuss.

Diese verschiedenen Ergebnisse sind mit Hülfe von Thermometern, welche in den Grubengängen unveränderlich aufgestellt waren, mit Maximum- und Minimum-Thermometern von Walferdin und mit Thermometrographen gewonnen worden, und reichen von der Schicht, in welcher eine unveränderliche Temperatur herrscht, bis zu einer Tiefe von über 1600 Fuss. Das Endresultat ist, dass beim Eindringen in das Innere der Erdrinde auf je 80 bis 120 Fuss Tiefe die Temperatur um einen Grad steigt, sodass man bei einer Tiefe von etwa 10000 Fuss die Hitze des kochenden Wasser antreffen muss. A. von Humboldt sagt: „Bei einer Tiefe von etwa 5 geogr. Meilen, also bei einer Tiefe, welche die Höhe des höchsten Gipfels des Himalaya 4 bis 5mal übertrifft, würde Granit vollständig geschmolzen sein."

Rechnung und Beobachtung stimmen darin überein, dass die Wärme der Atmosphäre nur bis zu geringer Tiefe eindringen kann, da die festen Schichten der Erdrinde sehr schlechte Wärmeleiter sind. Durch Wärmeausstrahlung gegen den Weltenraum, durch Wärmeverlust in den Polargegenden, durch die Wärmeaufnahme des einen so grossen Theil der Erdoberfläche bedeckenden kalten Wassers erleidet die Erde eine fortwährende Abkühlung. Als die ganze Erdmasse noch feurigflüssig oder glühend war, musste diese Abkühlung ganz bedeutend sein; aber nachdem die oberen Schichten festgeworden waren, musste ein Zeitpunkt eintreten, in welchem die Wärmeaufnahme durch die Sonne und der Wärmeverlust in Folge der Ausstrahlung sich das Gleichgewicht hielten. So ist denn zur Jetztzeit die Temperatur der Erde stabil, wie nicht nur die Beobach-

tung, sondern auch die Rechnung zeigt, indem nachweisbar seit vielen Jahrhunderten sich weder die Tageslänge, noch die Rotationsgeschwindigkeit der Erde geändert hat.[4]) Hieraus, sowie aus der ungeheueren Kälte, welche in den Polarregionen herrscht, folgt, dass die Temperatur der Erdoberfläche von einer äusseren Ursache bedingt ist, und dies ist die Sonnenwärme. Sowie dieser Einfluss zu wirken aufhörte, würde die ganze Erde sofort eine ungeheuere Eiswüste werden, auf welcher das Bestehen jeglichen organischen Lebens eine Unmöglichkeit wäre.

Buffon nahm an, dass die Erde als ein von der Sonne durch einen Kometen abgestossener Theil, ursprünglich im Zustande der Glühhitze, allmälig erkaltet sei; noch gegenwärtig, wo sie mindestens 75000 Jahre alt sei, im Centrum eine der Glühhitze fast gleiche Temperatur behalten habe; allmälig immermehr erkalte und zuletzt, nach 93000 Jahren, durch gänzliche Erstarrung unbewohnbar werden müsse. Es fehlt diesen Hypothesen indessen nicht nur aller Halt, sondern sie stehen sogar mit den neueren Ergebnissen der Geologie sowohl, als der Rechnung in vollem Widerspruche. Fourier ist der Ansicht, dass die Erde von einer Hitze, welche die des weissglühenden Eisens wohl noch um vieles übertraf, in einen tief unter dem Eispunkte kalten Raum versetzt sei und in diesem viele Jahrhunderte hindurch allmälig erkaltete, bis sie in den gegenwärtigen stationären Zustand gekommen sei. Nach Poisson hatte die anfänglich allerdings ganz flüssige Erde sich in ihrer ganzen Masse bereits vollständig und gleichförmig abgekühlt, indem die inneren heisseren und daher leichteren Theile in noch flüssigem Zustande beständig gegen die Oberfläche aufstiegen und die schon abgekühlten schwereren untersanken, — und die Erde war unter einem Drucke von 30 Millionen Atmosphären von innen heraus erstarrt. Da wurde sie bereits erkaltet, in irgend eine unbekannte heisse Gegend des Himmelsraumes, die ihre Hitze von noch glühenden Weltkörpern empfängt, so lange herumgetrieben, bis sie wieder von aussen hinein auf eine beträchtliche Tiefe glühend geworden war und endlich vor Millionen Jahren in die jetzige Gegend des Himmels gelangte, um sich aufs Neue abzukühlen. Nach ihm soll daher die Wärmezunahme von 1 Grad auf je 100 Fuss nur bis zu einer gewissen Tiefe gelten. Er stützt sich hierbei darauf, dass die Erde sich in 1000 Jahren um etwa 8000 Meilen von der Sonne entferne, dass diese Entfernung bis auf eine gewisse Grenze wachse, dann eine Annäherung wahrscheinlich stattfände und so die Erde gewisse Perioden durchlaufe. Wir können uns hiermit jedoch nicht einverstanden erklären und bekennen uns zu der fast allgemein angenommenen Ansicht, dass die Temperatur beim Eindringen in das Erdinnere immer mehr steige.

Man hat die Hoffnung gehegt, durch astronomische Untersuchungen den Ursprung der Erde und der Planeten zu entdecken und die Zeit ihrer Bildung zu bestimmen; uns scheinen derartige Bemühungen indessen fruchtlos zu sein. Wir gehen hier um so weniger darauf ein, da das Schicksal der verschiedenen Schöpfungstheorien kein lockendes ist. Gerade die geistreichsten Köpfe sind nicht über Irrthum erhaben. Kepler zum Beispiele äussert sich in einem seiner Werke: *Somnium lunaris ve astronomia* dahin, dass die Erde, die Planeten und die Sonne beseelte Wesen seien.*) Mehrere Philosophen des Alterthums, namentlich Pythagoras, Plato und Zeno aus Citium hatten dieselbe Ansicht; Athenodorus suchte die Ebbe und Fluth damit in Zusammenhang zu bringen (Strabo). Auch Seneca**) bekennt sich zu derselben, denn er sagt: „Ich nehme an, dass die Erde von der Natur regiert wird und zwar nach dem Muster unserer Körper, in denen sowohl Blut- als Luftadern befindlich sind; jene nehmen das Blut, diese die Luft auf. Auch in der Erde giebt es einige Kanäle, in denen das Wasser, und andere, in denen die Luft fortläuft: ja die Natur hat sie so deutlich nach dem Muster unserer Körper gebildet, dass unsere Vorfahren die Kanäle des Wassers Adern nannten.“ Seneca geht sogar noch weiter und vergleicht (ebenda Cap. 16) die Erscheinungen der aussetzenden (intermittirenden) Quellen mit physiologischen oder pathologischen Phänomenen, z. B. mit dem viertägigen Fieber, dem Podagra, der monatlichen Reinigung u. s. w.

ZWEITES CAPITEL.

Die Sonne als Wärme verbreitender Körper.

Ueber die Natur der Sonne finden wir bei den Alten ganz gehaltlose Ansichten, was um so wunderbarer ist, da die Aegypter und namentlich die Chaldäer doch schon ziemliche Fortschritte in der Astronomie gemacht hatten. Am unglaublichsten sind die Irrthümer, in welche Anaxagoras, Epicur und vor allem Hera-

---

*) J. Kepler, ein Schüler Mästlins und einer der grössten Astronomen seiner Zeit, ist als Vorgänger des Descartes anzusehen, indem dieser selbst Kepler als seinen Lehrer in der Optik bezeichnet. Er starb zu Regensburg in einem Alter von 59 Jahren. Unter seinen Werken stellte er seinen *Prodromus seu mysterium cosmographicum* am höchsten, und sagte, dass er den Ruhm, den Inhalt dieses Werkes sein nennen zu können, nicht für das sächsische Kurfürstenthum hingeben möchte.

**) *Quaest. nat.* lib. III. cap. 15.

clit verfallen waren. Der erste nimmt an, dass die Sonne etwa so gross, wie der Peloponnes sei; Epicur und Lucretius sagten, sie sei nicht grösser, als sie uns eben erscheine; nach Heraclit endlich bildet sie sich an jedem Morgen in Osten von Neuem und an jedem Abende löscht sie in dem westlichen Meere aus.

Seit den Messungen, welche man 1769 bei dem Durchgange der Venus durch die Sonne anstellte, schätzt man den mittleren Abstand der Sonne von der Erde auf 20800000 Meilen (nach Encke 20682000 geogr. Meilen). Ihr Volumen beträgt ungefähr das 1400000fache von dem unseres Planeten, und das 600fache von dem aller Planeten zusammen. Ungeachtet dieser ungeheueren Grösse ist die Schwere an der Sonnenoberfläche doch nur 28mal grösser, als auf der Erde, sodass ihre Dichtigkeit nur ungefähr $^1/_4$ oder genauer 0,252 von der Dichtigkeit der Erde ausmacht. [5])

Die Sonne stellt man sich gewöhnlich als eine brennende Scheibe vor, deren Strahlen den Weltenraum ohne jemals zu verlöschen erleuchten und erwärmen. Im Jahre 1787 suchte Dr. Elliot die Beschaffenheit dieses Weltkörpers näher zu ergründen, und sprach sich auch dahin aus, dass ungeachtet der Licht- und Wärmeströme, welche von ihr nach allen Richtungen ausgingen, dieselbe bewohnt sein könne. In einem Anfalle von Eifersucht hatte er das Unglück Miss Boydell zu tödten, und wurde deshalb vor die Assisen von Old-Bailey gestellt. Da bewirkten seine Freunde, indem sie unter Vorlegung seiner Schriften über die Natur der Sonne ihn als unzurechnungsfähig darstellten, seine Freisprechung. Elliot's Theorie, die somit lange als die Ausgeburt eines Verrückten angesehen wurde, bildet indessen die Grundlage der Ansichten, zu welchen sich in neuester Zeit die Mehrzahl der Astronomen bekennt. W. Herschel bildete diese Theorie eigentlich nur noch mehr aus, indem er die Sonne als eine dunkele und feste Kugel ansah, welche in einer gewissen Entfernung von zwei Atmosphären umgeben sei, von denen die innere mit der irdischen verglichen werde könne, die äussere — von jener mehr oder weniger entfernt — Licht ausstrahle, wesshalb er sie Photosphäre nannte.

Diese Hypothese von einer doppelten Sonnenatmosphäre erklärt auf ganz genügende Weise verschiedene Erscheinungen, welche man an der Sonne wahrnimmt, namentlich die Sonnenflecken. Es zeigen sich diese, wenn durch irgendwelche noch unbekannte Ursachen in den beiden Atmosphären Oeffnungen entstehen, sodass man durch diese hindurch den dunklen Sonnenkörper erblickt, ebenso wie ein Beobachter auf dem Monde durch die Spalten in Wolken, welche die Erde bedecken, den festen Erdkörper sehen würde. Nehmen wir an, dass auf der Mitte der Sonne Oeffnungen in beiden Atmosphären übereinander stehen und die der Photosphäre die kleinere ist, so

entsteht ein dunkler Flecken ohne Halbschatten; ist die Oeffnung der Photosphäre grösser, als die der inneren, so erblickt man nicht blos den inneren Kern der Sonne, sondern noch um diesen Kern einen Theil der nicht selbst leuchtenden Hülle, sodass ein Flecken mit Kern- und Halbschatten erscheint. Eine Oeffnung allein in der Photosphäre würde einen Flecken ohne Kern, blos aus Halbschatten gebildet, ergeben. Leuchtende Flecken, die Galilei zuerst beobachtet, und deren Ursprung man in einer Verdichtung der Photosphäre an den Rändern der Oeffnung gefunden zu haben glaubt, nennt man Sonnenfackeln; Poren heissen kleine helle Punkte oder Unebenheiten, ähnlich den Grübchen auf einer Orange, und Lichtadern sind leuchtende Furchen.

Die scheinbar einförmige Sonnenoberfläche zeigt also durch ein Fernrohr Flecken, die sich durch die Annahme einer doppelten Sonnenatmosphäre ganz genügend erklären lassen. Anfänglich hielten Einige diese Flecken für auf der Oberfläche der Sonne festgewordene und dann wieder verschwindende Sonnenstoffe; Andere waren der Ansicht, dass sie durch Rauch entständen, welcher aus Sonnenvulkanen aufsteige, oder dass sie von Planeten in der Sonnenatmosphäre herrührten. Bisweilen nehmen diese Flecken einen ungeheueren Umfang ein; man hat deren beobachtet, welche die Grösse der Erde vier bis fünfmal übertrafen. Man bemerkt sie vorzugsweise in der Gegend des Sonnenäquators; ihre Gestalt ist veränderlich von Tag zu Tag, von Stunde zu Stunde, bald dehnen sie sich aus, bald ziehen sie sich zusammen; selten hat ein Flecken über sechs Wochen Bestand; manchmal vergehen mehrere Monate, ohne dass man einen solchen wahrnimmt, und manche Jahre zeichnen sich durch ihre geringe Anzahl, oder durch ihre grosse Menge aus.[6])

Aus der längere Zeit fortgesetzten Beobachtung einiger dieser Flecken hat man die Rotationsbewegung der Sonne, die eine Zeit von 25 Tagen und 12 Stunden umfasst, erkannt.[7]) Nach Herschel soll die eine Hälfte der Sonne weniger stark leuchten, als die andere. Zu Zeiten hat man allerdings den Glanz der Sonne merklich abnehmen sehen; aber es hielt dies nie lange an, auch liegt durchaus nichts vor, woraus man auf eine merkliche Veränderung in der Intensität des Lichtes und der Wärme, seit man dahin ziesende Beobachtungen gemacht hat, und überhaupt soweit man geschichtlich zurückgehen kann, zu schliessen berechtigt wäre. Auffallende Temperaturerniedrigungen hat man von manchen Seiten dem Auftreten einer grösseren Zahl von Flecken zuschreiben wollen; aber dazu liegt durchaus kein ausreichender Grund vor, denn man hat oft das Umgekehrte beobachtet, wie z. B. das Jahr 1826 sehr reich an Sonnenflecken war und in Paris das Mittel der Jahrestem-

peratur um 1 Grad höher als gewöhnlich ausfiel, so dass man andererseits — allerdings mit nicht mehr Grund — die entgegengesetzte Ansicht aufgestellt hat. Bis jetzt sind uns die wahren Ursachen, welche die Schwankungen in den einzelnen Jahresmitteln unserer Temperatur herbeiführen, noch ganz unbekannt.

Pouillet*) hat die Menge der Wärme, welche die Erde von der Sonne erhält, nach Thermometergraden zu bestimmen gesucht. Er bediente sich hierbei zweier verschiedener Apparate, nämlich des directen Pyrheliometers und des Linsen-Pyrheliometers.[8]) Jenes besteht im Wesentlichen aus einem dünnen, silbernen auf der Oberfläche sorgfältig mit Kienruss geschwärzten Gefässe von etwa 4 Zoll Durchmesser, welches 6 bis 7 Loth Wasser aufnehmen kann. In dem Gefässe befindet sich die Kugel eines Thermometers. Das Gefäss dreht sich fortwährend um die Axe des Thermometers und die Sonnenstrahlen fallen stets senkrecht auf die vordere Fläche. Das Linsen-Pyrheliometer besteht aus einer Linse von 8 bis 9 Zoll Durchmesser und einer Brennweite von etwa 2 Fuss, in deren Brennpunkte sich ein Gefäss wie bei dem vorigen Apparate, aber mit ungefähr 6mal mehr Wasser befindet. Pouillet beobachtete mit diesen Apparaten von Minute zu Minute die eintretende Erwärmung bei senkrechtem Auffallen der Sonnenstrahlen; dann brachte er dieselben in den Schatten eines Schirmes und beobachtete ebenso lange die eintretende Abkühlung. Aus der beobachteten Erwärmung und Abkühlung konnte er dann die durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen innerhalb einer bestimmten Zeit eingetretene Temperaturerhöhung ermitteln; zog er hierauf den Durchmesser des Gefässes, das Gewicht des Wassers, ebenso des Gefässes in Rechnung, so erhielt er die Wärmemenge, welche eine Flächeneinheit von der Sonne erhalten hatte. Die Versuche wurden zu mehreren Stunden des Tages und in allen Jahreszeiten mit Rücksicht auf die verschiedenen atmosphärischen Zustände, wobei namentlich ein wesentlicher Unterschied zu Mittag und um 6 Uhr Abends sich geltend macht, angestellt und wiederholt. Aus Allem ergab sich als Resultat, dass das Pyrheliometer in einer Minute auf ein Quadratcentimeter (etwa $^1/_{100}$ Quadratfuss) eine Temperatur von 6,72 annehmen würde, wenn die Luft der Sonnenwärme den Durchgang ohne allen Verlust verstattete.[9]) „Kennt man, sagt Pouillet, die Wärmemenge, welche die Sonne durch senkrechte Wirkung in Einer Minute auf ein Quadratcentimeter zur Erde sendet, so ist es leicht die gesammte Wärmemenge zu bestimmen, welche die ganze Kugel der Erde und der Atmosphäre in Einer Minute empfängt.... Verwandelt man diese Wärmemenge in die entsprechende Menge geschmolzenen Eises, so ge-

*) *Comptes rend. de l'Acad. des sciences*, juillet 1838.

langt man zu folgendem Satze: Wenn die gesammte Wärmemenge, welche die Erde im Laufe des Jahres von der Sonne empfängt, auf alle Punkte der Erdoberfläche gleichförmig vertheilt, und daselbst, ohne irgend einen Verlust, zur Schmelzung von Eis verwandt würde, so wäre sie fähig eine Schicht Eis zu schmelzen, welche die ganze Erde umgäbe, und eine Dicke von 30,89 oder beinahe 31 Metern (ungefähr 98 Fuss) hätte. Das ist der einfachste Ausdruck für die gesammte Wärmemenge, welche die Erde jährlich von der Sonne empfängt."

Dasselbe Fundamental-Datum hat eine andere Aufgabe zu lösen erlaubt, die vielleicht gewagter erscheint, deren Auflösung indessen ebenso einfach ist, nämlich die gesammte Wärmemenge zu finden, welche in einer gegebenen Zeit aus der Sonnenkugel entweicht. Pouillet gelangte zu folgendem interessanten und gewiss nicht erwarteten Resultate: Wenn die gesammte Wärmemenge, welche die Sonne aussendet, ausschliesslich zur Schmelzung einer Eisschicht, welche die Sonnenkugel unmittelbar und allseitig umhüllte, verwandt würde, so wäre diese Wärmemenge im Stande in Einer Minute eine Schicht von 11,8 Meter Dicke zu schmelzen und in einem Tage eine Schicht von 16992 Meter oder von über $2^1/_4$ geogr. Meilen Dicke. „Diese Bestimmung beruht, wie Pouillet hinzufügt, auf keiner Hypothese. Sie ist unabhängig von der Natur der Sonne, von den Bestandtheilen ihrer Masse, von ihrem Strahlungsvermögen, von ihrer Temperatur und ihrer specifischen Wärme. Sie ist einfach die unmittelbare Folgerung aus den best festgestellten Sätzen über die strahlende Wärme, und aus der Zahl, zu welcher wir durch den Versuch gelangt sind." [10]).

Herschel geht seinerseits davon aus, dass die Temperatur der sichtbaren Sonnenoberfläche oder vielmehr ihrer leuchtenden Atmosphäre die künstlich erzeugte Wärme weit übertreffe. Das Gesetz über die Abnahme der strahlenden Wärme scheint allerdings dafür zu sprechen, gleichwohl nimmt die Temperatur um so mehr ab, je höher man sich über die Erdoberfläche in die Atmosphäre erhebt. Auf Bergen von etwa 15000 Fuss Höhe findet man selbst unter dem Aequator ewigen Schnee; zur Zeit des Sommers auf der südlichen Hemisphäre ist ferner die Wärme bei weitem nicht so hoch, ungeachtet die Erde dann sich in der Sonnennähe befindet, als während des Sommers der nördlichen Hemisphäre, wo sie ungefähr 600000 Meilen weiter absteht. Man wird also zugeben müssen, dass die Sonnenstrahlen nur dann Wärme erzeugend wirken, wenn sie auf ein Mittel treffen, welches die Fähigkeit sich mit ihnen zu verbinden, sie zu verändern oder zu concentriren besitzt, und dies ist die Rolle, welche die Atmosphäre spielt. Die Wärme, welche auf der Oberfläche der Erde zur Wahrnehmung kommt, ist von der Masse und

Dichtigkeit der Luft abhängig, so dass man hiernach auf die Temperatur würde schliessen können, welche in Folge einer grösseren oder kleineren Atmosphäre auftreten würde. Der Mond z. B. kann, da er von keiner Atmosphäre umgeben ist, ungeachtet er in demselben Abstande wie die Erde von der Sonne steht, auf seiner Oberfläche nur Eismassen enthalten. Auf dem Mercur sollte man meinen, müsse bei einem Abstande von 8 Millionen Meilen von der Sonne, so dass diese von da aus siebenmal grösser als von uns aus erscheint, auch eine siebenmal grössere Wärme als bei uns herrschen, weshalb daselbst fast alles Flüssige in Dampfform auftreten müsste; aber ist die Atmosphäre, welche ihn umgiebt, minder gross, so ist es auch möglich, dass die dort herrschende Temperatur nicht höher, als die auf der Erde ist. Nach Schröter hat die Pallas eine Atmosphäre von etwa 96 und die Ceres von etwa 138 Meilen Höhe; hiernach könnten diese beiden Planeten, ungeachtet ihres Abstandes von mehr als 50 Millionen Meilen von der Sonne, ganz gut eine noch höhere Temperatur als die Erde haben.

Wie man indessen auch über diese verschiedenen Ansichten denken mag, soviel steht jedenfalls fest, dass die Erde ihre Wärme der Sonne verdankt. Auf ihrer Bahn legt sie in einer Minute 246 Meilen zurück bei einem mittleren Abstande von 12032 Erddurchmessern oder 20682000 geogr. Meilen. Man muss annehmen, dass dieser ungeheuere Raum allenthalben wenigstens ziemlich gleiche Temperatur hat, und dass eine Art Gleichgewicht durch Strahlung in demselben herbeigeführt wird. Vielleicht herrschen aber auch in diesem weiten Raume in Betreff der Wärme einige Ungleichheiten, denen man die Unregelmässigkeiten, welche wir bisweilen in unseren Jahreszeiten oder in unseren Jahresmitteln finden, würde zuschreiben dürfen.

Nach Fourier soll die Temperatur des Weltraumes sehr wenig unter der Temperatur der Erdpole liegen und ungefähr 50^0 bis 60^0 unter Null betragen; es scheint aber entschieden festzustehen, dass sie viel niedriger ist. Im Fort Reliance beobachtete Capitain Back eine Temperatur von — $56,^07$; weiterhin werden mir sogar noch höhere Kältegrade 60, 66 und sogar 70 in Sibirien kennen lernen. Mit Hülfe des Actinometers hat Pouillet gefunden, dass die Temperatur des Weltraums in gegenwärtiger Zeit ungefähr 142^0 unter Null ist.

Aus Allem folgt, dass die Erde von der Sonne wirklich eine Wärmemenge bekommt, welche die gewöhnliche Annahme übertrifft; wir machen hierbei aber wiederholt darauf aufmerksam, dass, um diese Wirkung zu erklären, es durchaus nicht nöthig ist, diesen Himmelskörper als in Flammen stehend anzusehen. Die Optik hat in neuerer Zeit Mittel an die Hand gegeben, die Natur des von der Sonne ausgehenden Lichtes mit Sicherheit zu bestimmen. Das Po-

lariskop ist das Instrument, mit dessen Hülfe man natürliches Licht von polarisirtem unterscheiden kann, und ebenso ob das Licht von einem festen oder flüssigen Körper ausgeht, oder von einer entzündeten Materie gasförmiger Beschaffenheit kommt. Das letztere namentlich ist stets im natürlichen Zustande, wie auch der Emissionswinkel beschaffen sein mag; so oft man nun auch die Sonne mit dem Polariskope beobachtet hat, hat sich nie eine Spur von Färbung an den Rändern der beiden Bilder des Apparates gezeigt, was der Fall sein müsste, wenn das Licht von einem festen oder flüssigen Körper herkäme. Folglich muss man schliessen, dass die leuchtende Materie der Sonne gasförmig sei. Weiteren Aufschluss giebt uns aber die Erfahrung bis jetzt nicht.

Wie Elliot und mehrere Astronomen nimmt auch Herschel an, dass die Sonne bewohnt ist. Ist zwischen den beiden Sonnenatmosphären ein grosser Abstand, so reicht es, um diese Hypothese annehmbar erscheinen zu lassen, aus, die untere Schicht dicht und mit einem starken Reflexionsvermögen begabt anzunehmen, so dass die Sonnenbewohner gegen die ungeheure Wirkung der von der Photosphäre ausgehenden strahlenden Wärme dadurch geschützt wären. Die Ansichten Fontenelle's, Elliot's und Herschel's sind übrigens nicht neu; denn schon im Alterthume wurde diese Frage hier und da aufgeworfen. Ungeachtet der ungeheueren Fortschritte, welche die Astronomie in den letzten drei Jahrhunderten gemacht hat, wird diese Frage jedoch nie eine bestimmte Antwort erhalten.*)

DRITTES CAPITEL.

Temperaturverhältnisse unter verschiedenen Breiten.

Die Temperatur der Erdoberfläche, von welcher das organische Leben hauptsächlich bedingt wird, ist, wie wir im vorhergehenden Ca-

*) Der Mond ist der einzige Himmelskörper, auf welchem man von der Erde aus mit Hülfe der kräftigsten Fernröhre Körper von geringer, nur wenige Fuss erreichender Höhe unterscheiden kann. Körper wie die ägyptischen Pyramiden, oder die Peterskirche in Rom würde man deutlich erkennen können, noch weit leichter Plätze wie unsere Festungen oder grosse Städte; niemals hat man aber etwas Derartiges wahrgenommen. Wie geht es nun zu, dass man niemals auch nur eine Spur von etwas entdeckt hat, was allerdings nicht für das Dasein von Menschen, denn diese könnten auf dem Monde wegen des Mangels einer Atmosphäre nicht existiren, sondern für die Anwesenheit organischer, mit Vernunft begabter Wesen spricht? Diesen Einwand mögen die wohl bedenken, welche für das Bewohntsein der Himmelskörper überhaupt sind.

pitel gesehen haben, vorzugsweise von dem Einflusse der Sonne abhängig. Hörte diese Einwirkung auf, so würde das Klima auf der ganzen Erde strenger sein, als das jetzt unter den Polen herrschende; denn weder Meere noch Winde, welche jetzt die durch die Sonnenstrahlung erzeugte Wärme von dem Orte der Erzeugung weit fort bis zu den fernsten Gegenden tragen, würden dann noch als Vermittler da sein.[11])

Je senkrechter die Sonnenstrahlen auf eine von ihnen beschienene Fläche treffen, desto grösser ist ihre erwärmende Wirkung; folglich hängt die Erwärmung der Erde durch die Sonne von der Höhe derselben über dem Horizonte ab. Hierzu kommt noch als zweites, dass eine länger anhaltende Einwirkung auch von einem gesteigerten Erfolge begleitet ist. So finden wir zwar die höchsten Temperaturen unter dem Aequator und innerhalb der Tropen und eine Abnahme derselben nach den Polen zu; die Sommer in mittleren Breiten zeigen indessen, weil die Sonne dann längere Zeit des Tages über dem Horizonte sich befindet, eine der Temperatur unter dem Aequator keineswegs nachstehende. An den Polen findet ein Wechsel statt zwischen einem sechs Monate langen Tage und einer sechs Monate langen Nacht, und man könnte also wegen der so lange anhaltenden Einwirkung auch hier eine höhere Temperatur in der einen Hälfte des Jahres erwarten; aber die zu den Polen gelangenden Sonnenstrahlen fallen so schräg auf, dass ihre erwärmende Kraft gleich Null ist: die Sonne erleuchtet hier wohl, aber erwärmt nicht. Ueberdies verlieren die Strahlen an erwärmender Kraft bei ihrem Durchgange durch diathermane Körper, wie Glas, die atmosphärische Luft u. s. w. Der hierbei eintretende Verlust, namentlich von sogenannten dunklen Strahlen, ist gar nicht unbedeutend, so dass die bis zu den Polen gelangenden Strahlen nur wenig erwärmend wirken können. Endlich ist noch zu bedenken, dass die Erwärmung durch die Sonne bei ihrem täglichen Gange um so geringer ist, je mehr sie dem Horizonte nahe steht. Soviel ist jedenfalls klar, dass unter sonst gleichen Umständen die Temperatur eines Ortes von seiner Breite abhängt.

Temperaturverhältnisse der verschiedenen Jahreszeiten.

Wenn der Erdäquator mit der Ekliptik zusammenfiele, so würde allenthalben auf der Erde Tag und Nacht gleiche Länge haben, und in jeder Zone eine, vorzugsweise von der Breite abhängige, constante Temperatur herrschen, so dass jeder Punkt der Erde nur eine Jahreszeit: Sommer, Winter oder Frühling hätte. Von einer Frühlings- und Herbst- Tag- und Nachtgleiche könnte dann gar nicht die Rede sein.

Die Jahreszeiten werden in ihrer Aufeinanderfolge und in ihrem verschiedenen Charakter dadurch bedingt, dass die Erde ihre Be-

wegung in der gegen den Aequator geneigten Ekliptik vollzieht. Der ewige Frühling zu Quito, in den Gegenden unter dem Aequator und auf einigen Inseln des stillen Oceans zeigt uns nur in einem schwachen Bilde die monotone Einförmigkeit, welche ohne Wechsel der Jahreszeiten auf der ganzen Erde herrschen würde. Tag und Nacht würde dann der einzige Wechsel sein; das Freude erweckende Erwachen der Natur beim neuen Steigen der Sonne würden wir entbehren; das Aufgehen, Blühen der Pflanzen und Reifen der Früchte würde unter ganz anderen Umständen erfolgen. Von welchen Folgen würde eine solche Einförmigkeit auf den Charakter der Völker, auf ihre gegenseitigen politischen und commerciellen Beziehungen sein? Von einer meteorologischen Wissenschaft würde jedenfalls dann kaum die Rede sein können.

Die Astronomen unterscheiden die Jahreszeiten nach dem verschiedenen Stande der Sonne in der Ekliptik. Der Frühling beginnt, wenn sie in das Zeichen des Widders tritt; der Sommer beim Eintritte in das Zeichen des Krebses; der Herbst, wenn sie in der Waage steht, und der Winter beim Eintritte in das Zeichen des Steinbocks. Im Jahre 1853 entsprachen diesen vier Epochen der 20. März und zwar 4 Uhr 34 Min. Abends; der 21. Juni und zwar 1 Uhr 33 Min. nach Mittag; der 23. September und zwar 3 Uhr 46 Min. früh; der 21. December und zwar 9 Uhr 21 Min. Abends.

Bei den Meteorologen ist jedoch eine andere Vertheilung der Jahreszeiten gebräuchlich, indem sie die drei heissesten und die drei kältesten Monate in eine Gruppe bringen. Zum Winter rechnen sie den December, Januar und Februar; zum Frühlinge den März, April und Mai; zum Sommer den Juni, Juli und August, endlich zum Herbste den September, October und November. Unter den Tropen kennt man nur zwei Jahreszeiten: Sommer und Winter, die sich überdies weniger in der Temperatur, als durch Trockenheit und Feuchtigkeit unterscheiden. In den im hohen Norden gelegenen Ländern möchte man wohl auch gern vier Jahreszeiten unterscheiden; aber wie wenig passt da die Bezeichnung auf die Monate März, April und Mai und ebenso die Bezeichnung Herbst auf die Monate September, October und November, wenn wir aus den zu Nischnei-Kolimsk angestellten Thermometerbeobachtungen vom Jahre 1820 bis 1823 ersehen, dass am 12. März — 41°, am 6. April — 15°, am 30. September — 22°, am 13. October — 32° waren, und dass erst am 22. Mai auf der Kolima der Eisgang begann, nachdem sie 259 Tage zugefroren gewesen war?

Die Jahreszeiten machen ihren eigenthümlichen Charakter besonders in den gemässigten Zonen geltend; hier treten sie mit ihrem reizenden Zauber auf, wohl hauptsächlich in Folge der in der Atmosphäre fortwährend stattfindenden Bewegungen. Man darf jedoch nicht er-

warten, dass allenthalben in den gemässigten Zonen eine so constante Regelmässigkeit in den Jahreszeiten herrscht, wie solches z. B. nach den Meteorologen von Paris gilt. Nach zwanzigjährigen Beobachtungen fällt nämlich, wie Bouvard gefunden hat, daselbst die grösste Wärme auf den 15. Juli und die grösste Kälte auf den 14. Januar; also auf zwei Tage, welche 183 Tage oder ein halbes Jahr auseinander liegen, und gerade 24 Tage nach dem Sommer- und Winter-Solstitien fallen. Hieraus folgt, dass die beiden vom Juli gleichweit abstehenden Monate März und November ziemlich dieselbe Temperatur, nämlich 6,^{0}48 und 6,^{0}78 haben. Der 5. März hat ferner dieselbe Temperatur wie der 24. November, nämlich 5,^{0}67 und beide liegen von dem 15 Juli gerade um 132 Tage ab. Wie wenig passt diese Gesetzmässigkeit auf andere Länder! Und gleichwohl klagen die Leute, die allerdings sich um meteorologische Fragen wenig kümmern, fortwährend über das veränderliche und unbeständige Klima von Paris. Weiter unten werden wir zugleich mit der mittleren Jahrestemperatur die Temperatur der vier Jahreszeiten für die Hauptstädte der Erde aufführen.

Stündliche Veränderungen der Temperatur.

In gewissem Sinne kann man sagen, dass jeder Tag aus 24 verschiedenen Tageszeiten, um nicht zu sagen Jahreszeiten, zusammengesetzt sei. Bei der grossen Geschwindigkeit, mit welcher die Erde sich um ihre Axe dreht, ändern sich nämlich in jeder Secunde, wenn auch nicht in messbarer Weise, die Temperaturverhältnisse eines jeden Ortes; von Stunde zu Stunde ist die Veränderung schon merklicher. Mehrseitig hat man daher auch den Gang der Temperatur von Stunde zu Stunde ganze Tage, stellenweis selbst mehrere Jahre hintereinander, bei Tage und bei Nacht aufgezeichnet. Die hierbei gewonnenen Resultate sind im Allgemeinen, abgesehen von geringen Differenzen, dieselben, weshalb wir auch im Folgenden nur eine dieser Tabellen, nämlich die Chiminello's von Padua mittheilen.[12])

Stündliche Temperaturmittel zu Padua.

Stunde.	Januar.	Februar.	März.	April.	Ma .	Juni.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.
Mittag.	4,°94	6,°44	9,°38	14,°62	23,°39	25,°08	30,°01	26,°50	21,°06	16,°68	10,°25	5,°71
1 Uhr.	5,44	6,70	9,66	15,13	23,57	25,19	30,47	26,97	21,56	17,10	10,75	6,21
2 -	5,60	6,91	9,91	15,43	23,65	25,21	30,73	27,45	21,93	17,43	10,92	6,41
3 -	5,52	6,95	10,10	15,70	23,65	25,17	30,48	27,55	21,97	17,47	10,50	5,94
4 -	5,19	6,56	9,87	15,65	23,31	24,68	29,59	26,83	21,35	17,34	9,64	5,27
5 -	4,80	6,11	9,47	15,50	22,57	23,93	29,11	25,90	20,38	16,23	8,64	4,76
6 -	4,45	5,88	9,01	14,92	21,47	23,18	27,82	24,46	18,42	15,60	7,92	4,25
7 -	4,11	5,67	8,64	14,43	20,29	22,08	26,64	23,19	18,60	15,09	7,58	4,03
8 -	3,80	5,42	8,27	13,62	20,14	21,45	24,80	22,17	18,50	14,86	7,32	3,79
9 -	3,65	5,07	7,86	13,17	18,58	20,21	24,14	21,53	18,09	14,59	7,12	3,52
10 -	3,49	4,78	7,43	12,69	18,17	19,78	23,97	21,09	17,65	14,27	6,83	3,26
11 -	3,35	4,50	7,13	12,28	17,78	19,61	23,49	20,57	17,33	14,07	6,66	3,10
Mitternacht.	3,25	4,28	6,83	11,97	17,44	19,31	23,02	20,00	16,68	13,94	6,56	2,97
1 Uhr.	2,98	4,18	6,63	11,49	16,94	19,17	22,49	19,95	16,39	13,85	6,43	2,80
2 -	2,98	3,88	6,26	11,17	16,60	18,93	22,06	19,42	16,07	13,63	6,28	2,64
3 -	2,76	3,68	5,93	10,95	16,22	18,58	21,65	18,98	15,76	13,42	6,15	2,61
4 -	2,72	3,48	5,67	10,57	16,05	18,54	21,34	18,49	15,46	13,18	6,04	2,53
5 -	2,38	3,25	5,36	10,20	16,26	18,94	21,89	18,49	15,05	12,94	5,95	2,44
6 -	2,30	3,06	5,10	10,25	17,52	20,40	23,47	19,13	15,20	13,00	5,87	2,39
7 -	2,15	2,91	5,41	10,76	19,14	21,83	25,36	20,52	16,15	13,21	5,75	2,30
8 .	2,37	3,12	6,97	11,74	20,26	22,74	26,37	22,06	17,39	13,91	6,52	2,59
9 -	2,84	3,86	6,97	12,80	21,31	23,48	28,10	24,85	19,11	14,69	7,70	3,43
10 -	3,58	4,99	8,72	13,56	22,09	24,00	28,92	25,17	19,67	15,56	8,74	4,16
11 -	4,43	5,67	8,83	14,09	22,85	24,72	29,52	25,76	20,33	16,16	9,62	5,15
Mittel.	3,71	4,89	7,73	13,03	19,97	21,93	26,06	22,79	18,38	14,92	7,73	3,84

Aus dieser Tabelle, wie aus allen derartigen, ersieht man, dass die Temperatur von Stunde zu Stunde bei Tage wie bei Nacht sich verändert. Das Minimum fällt im Allgemeinen auf 6 Uhr Morgens; im Sommer stellt es sich etwas früher, im Winter etwas später ein: nach Kämtz fällt es immer auf eine halbe Stunde vor Sonnenaufgang. Das Maximum der Wärme hat bald um ein Uhr, bald um drei Uhr, aber am häufigsten um 2 Uhr Nachmittags statt. Zu vergessen ist jedoch hierbei nicht, dass diese Resultate nur für mittlere Breiten gelten; in den Polarregionen, in denen Tage, ja ganze Monate lang die Sonne nicht scheint, sind die stündlichen Thermometerschwankungen nur schwach. Locale Differenzen, Ausnahmen von dem gewöhnlichen Gesetze, werden herbeigeführt durch die östliche oder westliche Lage eines Ortes, durch den Zug der Gebirge, durch das Vorherrschen bestimmter Winde, namentlich an der Meeresküste.

VIERTES CAPITEL.

Temperaturverhältnisse in verschiedenen Höhen.

Auf die Temperatur eines Ortes hat seine relative Höhe über dem Meeresspiegel vielleicht einen noch grösseren Einfluss, als die Breite; denn selbst unter den Tropen macht sich dies auf auffallende Weise bemerkbar. Quito unter dem Aequator hat dieselbe mittlere Temperatur, nämlich 15,°6, wie Nizza, welches unter 43° der Breite liegt, und eine nicht so hohe wie Barcelona und Perpignan unter 41° bis 42° der Breite. Auf manchen Bergen trifft man in den verschiedenen Höhen alle Klimate der Erde an, wie die Andeskette und das Himalaya-Gebirge mehrfach bestätigen. Die beiden höchsten Punkte des Ararat (Kotzebue) sind mit ewigem Schnee bedeckt und am Fusse derselben halten sich wilde Thiere und Schlagen von einer monströsen Grösse auf, wie man sie sonst nur in den heissesten Ländern antrifft. Lord Macartney klagt oft über die ausserordentliche Kälte in der chinesischen Tartarei; aber er fügt auch hinzu, dass manche Stellen derselben über 13000 Fuss hoch liegen.

Buffon wurde durch die ungeheuere Geschwindigkeit mit welcher die Erde sich um ihre Axe dreht, auf den Gedanken geleitet, dass die bedeutendsten Unebenheiten auf der Erde da sein müssten, wo die Wirkung der Centrifugalkraft am stärksten wäre. Wirklich findet man auch, wenn man die Strecke von dem Aequator bis zu den Polen in zwei gleichgrosse Theile theilt, in der dem Aequator näher liegenden Hälfte die höchsten Gebirge; selbst in

Asien folgen die Hauptgebirge, nach von Humboldt's gründlichen Forschungen, in ihrem Zuge der Richtung des Aequator, nämlich das Altaigebirge, Thian-Schan oder Himmelsgebirge, Küen-Lün oder Kulkun, Hindukuh, der Taurus und das Himalaya-Gebirge. In den Polarregionen sind die Berge verhältnissmässig weniger hoch über dem Meeresspiegel, wie sich dies im Norden Sibiriens, in Kamtschatka, auf Novaja-Semlja, auf Spitzbergen, in Grönland und auf dem Continente des Südpoles zeigt.

Die Gebirge verdanken nach der am meisten verbreiteten Ansicht ihren Ursprung Erhebungen in Folge von grossartigen Zerstörungen im Innern der Erde und dem daselbst herrschenden feurigflüssigen Zustande. Die Sündfluth, Ueberschwemmungen, plötzliche Einbrüche des Meeres reichen zur Erklärung des Vorkommens von Muscheln und anderen Meeres-Produkten, die man auf den Gebirgen in grossen Massen antrifft, nicht aus; man nimmt daher mit weit mehr Wahrscheinlichkeit an, dass diese Reste von Wasserthieren auf den Gebirgsschichten selbst, in denen man sie findet, gelebt haben und entstanden sind. Elie de Beaumont hat die Theorie ihrer Bildung und die Frage wegen ihres Alters oder ihrer allmäligen Hebung auf eine mit der Erfahrung und den Regeln der Induction übereinstimmende Weise am besten erläutert. Die Geologen nehmen vier sedimentäre Schichten an, d. h. vier Niederschläge von ursprünglich im Wasser gelösten Stoffen. Die erste und älteste Schicht ist die des oolitischen oder Jura-Kalkes, die zweite die des Grünsandes und der Kreide, die dritte (tertiäre) die des älteren Grobkalkes und der eocenen und miocenen Bildungen, wozu namentlich das Becken von Paris gehört, und die vierte (quaternäre) endlich die der gegenwärtigen Bildungen, also Marschbildungen, Sanddünen, Quellenabsätze und dergl. Diese vier Formationen zeigen immer, dass der Uebergang der einen in die andere durch plötzliche Umgestaltungen, also durch Erdrevolutionen, herbeigeführt worden ist.

Die sedimentären Bildungen zeigen auf der ganzen Erde eine ursprünglich horizontale Schichtung. Stieg nun ein Gebirge auf zu der Zeit, als der Jura-Kalk allein gebildet war, so erhielt dieser eine geneigte Lage auf den Abhängen des Gebirges, während die späteren Schichten bei ihrer nun eintretenden Bildung sich horizontal ablagerten. Waren zur Zeit des Ausbruches, der ein Gebirge zum Emporsteigen brachte, bereits zwei Schichten gebildet, die des Jura-Kalkes und des Grünsandes, so erhielten beide eine geneigte Lage und die beiden folgenden wurden horizontal. Die tertiären und quaternären Schichten offenbaren entschieden eine weniger alte Bildungsperiode als die vorhergehenden. Die Jurakette ist nach Elie de Beaumont in sehr früher Zeit entstanden und gehört zu den ältesten Gebirgen, denn an den Abhängen derselben findet man

nur die erste Sedimentschicht in geneigter Lage. Bei den Pyrenäen und den Apenninen stösst man auf zwei geneigte Schichten, während die beiden oberen horizontal liegen. Zu dieser zweiten Bildungsperiode muss man auch die Gebirge von Dalmatien, von Kroatien, die Karpathen im Norden Ungarns, das Alleghany-Gebirge in Nordamerika rechnen. Die Alpen der Dauphine und Savoyens, der Montblanc, der Pelvoux de Vallouisse in den cottischen Alpen haben drei gehobene Schichten. Die Centralalpen, der St. Gotthard, ferner der Atlas und das Himalaya-Gebirge gehören in die vierte Bildungsperiode. Im folgenden geben wir die Höhen der wichtigsten Berge der Erde nach dem Jahrbuche des Längenbüreaus und A. v. Humboldt.

Höhen der wichtigsten Berge der Erde.

(1 Meter = $3^{186}/_{1000}$ preuss. Fuss.)

Europa.

	Meter.		Meter.
Montblanc	4810	Rolahdspass	3000
Mont-Rosa	4636	Mehrere Spitzen der Karpathen	3000
Finsteraarhorn	4362	Szurul in Siebenbürgen	2924
Pelvoux	4200	Monte rotondo (Corsika)	2672
Jungfrau	4180	Sneehättan (Norwegen)	2500
Schreckhorn	4079	Vellino (Abruzzen)	2393
Ortelsspitze	3908	Pilatusberg	2300
Simplon	3710	Der Tourmalet	2177
Mont-Cenis	3600	Berg Athos	2065
Mulahasen (Granada)	3555	Montdor	1886
Grosse St. Bernhard	3470	Schneekoppe (Riesengebirge)	1512
Hospiz des St. Bernhard	2491	Puy de Dome	1465
Maladetta (Pyrenäen)	3404	Schwarze Spitze auf Spitzbergen	1372
Mont-Perdu	3351	Brocken (Harz)	1140
Der Cylinder	3322	Hekla auf Island	1013
Aetna	3315		
St. Gotthard	3250		

Asien.

	Meter.		Meter.
Kintschindjunga (Sikkim)	8588	An der Grenze von China und Russland	5135
Dhawalagiri	8556	Ophyr (Sumatra)	3950
Jawahir	7848	Libanon	2906
Elbrus im Caucasus	5009	Kleine Altai	2202

Amerika.

	Meter.		Meter.
Sorata	7696	Cerro de Potosi . . .	4888
Illimani	7315	Posthaus von Ancomarca	4792
Chimborazo	6530	Sierra Nevada (Mexico) .	4786
Vulkan von Antisana . .	5833	Stadt Potosi	4166
Cotopaxi	5753	Gebirge von Otaheiti .	3323
Vulkan von Arequipa . .	5600	Vulkan Solfatara auf Guadeloupe	1557
Popocatapetl	5400		

Afrika.

	Meter.		Meter.
Pic von Teneriffa . . .	3710	Schneekuppe auf Ile Bourbon	3067
Gebirge von Anbotismene (Madagascar) . . .	3507	Tafelberg	1163

Aus diesen, allerdings nur unvollständigen, Angaben sehen wir doch so viel, dass die höchsten Bergspitzen der Erde, der Kindschindjunga und Dhawalagiri im Himalaya, sich 8588 und 8556, also ungefähr um den 1600. Theil des Erddurchmessers, über den Meeresspiegel erheben.[13]) Unsere Erde hat durch Abkühlung von aussen nach der gewöhnlichen Annahme eine starre Rinde erhalten; stellen wir nun einen Vergleich an mit einer geschmolzenen, sich ruhig abkühlenden Metallmasse, z. B. mit einer Kanonenkugel, so würden wir da jedenfalls vergleichsweise viel grössere Unebenheiten, als auf der Erdoberfläche, und viel tiefere Einschnitte, als die tiefsten Tiefen des Meeresgrundes finden, gewiss verhältnissmässig grössere Höhen, als auf den Cordilleren und dem Himalaya angetroffen werden.

Die Abnahme der Temperatur mit der Höhe ist mit sehr vereinzelten Ausnahmen eine feststehende Thatsache. In solchen Ausnahmefällen liegt der Grund vielleicht darin, dass in den oberen Regionen momentan ein warmer Luftstrom herrscht, während unten an der Oberfläche der Erde ein kalter Wind weht. Die französische Commission, welche in den hohen Norden gereist war, fand aus einer grossen Zahl von Versuchen, die mit Luftballons und Drachen angestellt wurden, dass in den Polarregionen im Winter die Lufttemperatur bis zu einer Höhe von etwa 300 Fuss über der Ebene um $1,^{0}6$ höher war, und dass erst jenseits dieser Grenze eine anfangs langsame, dann schnellere Temperaturabnahme sich einstellte. Ein bestimmtes und unveränderliches Gesetz dieser Abnahme zu finden, darf man allerdings von vornherein nicht erwarten, da die Luft ein zu bewegliches und zu oft von Winden gestörtes Medium ist.[14]) Gay-Lussac erhielt z. B. auf seiner Luftfahrt Temperaturveränderungen, die man durchaus nicht in ein bestimmtes Gesetz fassen konnte, nämlich bis zu einer Höhe von etwa 12000 Fuss ergab sich

auf je 600 Fuss eine Abnahme von 1 Grad, während die Rechnung für eine Höhe von etwa 22000 Fuss schon für je 514 Fuss eine Abnahme von 1 Grad herausstellte. Leider giebt es der zu wissenschaftlichen Zwecken angestellten Luftfahrten zu wenige; nach Clayton ergeben bei ungefähr 15000 Fuss Höhe angestellte Beobachtungen eine Abnahme um 1 Grad auf je 927 Fuss. Wie sehr man bei derartigen Untersuchungen auf Ausnahmefälle gefasst sein muss, welche das wahre Gesetz verdunkeln und unkenntlich machen, zeigt z. B. die Luftfahrt von Barral und Bixio, die über Paris in derselben Höhe, in welcher Gay-Lussac nur — 9° gefunden hatte, eine Kälte von — 40° beobachteten.[15])

So zeigt auch beim Emporsteigen auf Gebirgen die Temperaturabnahme einige Ungleichheiten. Dass dem nicht anders sein könne, versteht sich bei den verschiedenen auf- und absteigenden Luftströmungen und beim Hinblick auf die verschiedene Lage gegen die Himmelsgegenden und der Verschiedenartigkeit der Erdoberfläche von selbst. Einige hierher gehörige Beobachtungen aus sehr verschiedenartigen Gegenden enthält folgende Tabelle:

Temperaturabnahme in Gebirgen.

Auf dem Col du Géant fand man	1 Grad auf	525	preuss. Fuss (de Saussure)
Auf dem Rigi	- - - -	475	- - (Kämtz)
Auf dem Faulhorn	- - - -	540	- - (Bravais)
Auf dem St. Gotthard und St. Bernhard	- - - -	535	- - (Schow)
Auf dem Ventoux	- - - -	460	- - (Martins)
Auf der Andeskette	- - - -	532	- - (v. Humboldt)
Ebendaselbst	- - - -	558	- - (Boussingault)
Auf den Gebirgen Spitzbergens	- - - -	540	- - (Französische Commission).

Hieraus ergiebt sich im Mittel eine Abnahme um 1 Grad auf 529 preuss. Fuss, was gewissermassen mit der Temperaturabnahme stimmt, die man vom Aequator nach den Polen zu beobachtet. Bei einer gewissen Höhe kommt man in die Region des ewigen Schnees, wo selbst der Einfluss der Jahreszeiten sich kaum bemerklich macht. Ferner fällt auf den hohen Gebirgen sehr selten Regen, sondern Hagel und Schnee vertreten da dessen Stelle, sodass es hier in der Regel schneit, wenn es in der benachbarten Ebene und im Thale regnet.

Grenze des ewigen Schnees auf den Gebirgen.

Die Berggipfel müssten von Jahr zu Jahr höher werden, wenn all der Schnee auf ihnen liegen bliebe, welcher auf ihnen fällt; ein Theil des Schnees schmilzt aber namentlich in der warmen Jahreszeit sofort nach seinem Falle, ein anderer Theil wird vom Winde herab-

geweht oder wird zu Wasser, welches dann in die Tiefe herabsickert. Bei einer gewissen Höhe trifft man jedoch das ganze Jahr hindurch auf Schnee, und diese Grenzlinie, oberhalb welcher dies der Fall ist, heisst die Grenze des ewigen Schnees.[16]) Unter verschiedenen Breiten liegt sie in verschiedenen Höhen; sie ist aber nicht blos von der geographischen Breite oder der mittleren Jahrestemperatur abhängig, sondern dies Phänomen ist ein sehr zusammengesetztes und wird im Allgemeinen von Verhältnissen der Temperatur, der Feuchtigkeit und der Berggestaltung bedingt. Nach dem Jahrbuche des Längenbüreaus liegt die untere Schneegrenze in folgenden Höhen (1 Meter = $3^{186}/_{1000}$ preuss. Fuss):

Unter dem Aequator . .	4800 Meter
In 20° Breite	4600 -
In 45° -	2550 -
In 65° -	1500 -

A. v. Humboldt hat eine Tafel der Höhe des ewigen Schnees in beiden Hemisphären von $71^{0}\,^{1}/_{4}$ nördlicher bis $53^{0}\,54'$ südlicher Breite gegeben,*) und danach stellt sich Folgendes heraus:[17])

	Breite.	Schneegrenze. Meter.	Mittlere Temperatur in d. Ebene.
Quito	0° 0'	4818	27,7
Sierra Nevada de Merida . .	8° 5 n.	4550	27,2
Abyssinien	13 10	4287	
Mexico	19 19	4500	25,0
Himalaya, Nordseite . . .	30 15	5067	
Himalaya, Südseite . . .	30 15	3956	
Vulkan von Peuquenes (Chili)	33 — s.	4483	
Hindukuh	34 30 n.	3956	
Aetna (Sicilien)	37 30	2905	18,8
Ararat	39 42	4318	17,4
Pyrenäen	42 30	2728	15,7
Elbrus (Caucasus)	43 21	3372	13,8
Alpen	45 45	2708	11,2
Altai	49 15	2144	2,8
Magellanstrasse	53 54 s.	1130	
Kamtschatka	56 40 n.	1600	2,0
Aldan (Sibirien)	60 55	1364	
Osterjökull (Island) . . .	65 0	936	4,5
Im Innern von Norwegen .	70 50	1072	3,0
Küste von Norwegen . . .	71 15	720	0,2

*) *Asie centrale* T. III. p. 360. *Recherches sur les chaînes de montagnes et la climatologie comparée.*

Die Grenze des ewigen Schnees zeigt an verschiedenen Stellen der Erde merkwürdige und noch nicht hinlänglich aufgeklärte Anomalien. So sehen wir z. B. in vorstehender Tabelle dieselbe auf der Nordseite des Himalaya in 5067 Meter Höhe, also noch höher als unter dem Aequator, während sie auf der Südseite 1111 Meter niedriger in einer Höhe von 3956 Metern liegt. Da man das umgekehrte Verhältniss erwartete, so erregte die Thatsache allgemeine Ueberraschung. Der Lieutenant Thomas Hutton und der Geolog Mac Clelland bestritten die Sache, aber es verhält sich dennoch so, wie neuerdings Colebrooke, Jacquemont, Batten, Webb, Milem etc. bestätigt haben. Eine vollkommen genügende Erklärung steht freilich noch zu erwarten; denn dass warme von Norden wehende Landwinde und vom Meere kommende kalte Südwinde diese Differenz herbeiführen sollten, scheint nicht ganz stichhaltig zu sein, zumal es feststeht, dass das Phänomen, wie bereits oben erwähnt wurde, ein sehr zusammengesetztes ist. Ist der Himmel während des Sommers heiter, so wird die Verdunstung in solchem Grade begünstigt, dass z. B. der Vulkan Aconcagua im Nordwesten von Valparaiso ganz schneefrei wurde, ungeachtet seine Höhe die des Chimborazo noch um 450 Meter übertrifft.[18])

Am Fusse der Berge, deren Gipfel mit ewigem Schnee bedeckt ist, findet man gewöhnlich Gletscher, deren Erstreckung thalwärts von der Höhe der Bergspitzen, denen sie ihren Ursprung verdanken, abhängt. Das Wasser nämlich, welches der geschmolzene Schnee liefert, sickert ein und dringt bis zum Fusse der Berge. Nun kann man, wiewohl zugestanden werden muss, dass über die Gletscherbildung noch grosses Dunkel herrscht, annehmen, dass die Grundlage Eiskrystalle bilden, dass diese, indem das eingedrungene Wasser in Folge der nächtlichen Kälte fest wird, durch eine neue Schicht vermehrt werden, und dass so durch dieses aufeinander folgende fortgesetzte Gefrieren die Gletschermassen entstehen. Daher kommt es auch, dass man die Gletscher nicht, wie man erwarten könnte, auf den Höhen der Berge findet, sondern dass sie in das Thal, bisweilen bis an bebaute Stellen, herabsteigen. Sie zeigen ebenso compakte Eismassen, wie man solche jedes Jahr an den Flussmündungen und in den Polarmeeren findet, nur bestehen sie nicht aus einem gleichförmigen Ganzen, sondern sind vielmehr aus Stücken gebildet, deren Grösse von dem einer Erbse bis zu dem einer grossen Nuss steigt. In der Regel kann man über diese körnige Masse hinweg gehen, wobei sich dann ein Knirschen einstellt, indem die eingeschlossene Luft durch das Gewicht des Körpers ausgepresst wird.

Ed. Collomb sucht in einer der pariser Academie der Wissenschaften vorgelegten Abhandlung über die Bewegung und das ge-

waltsame Vorrücken der Alpengletscher nachzuweisen, dass der Grund in einer klimatischen Veränderung liege. Die Bewegung erfolgt sowohl thalabwärts, als seitlich. Der Aletschgletscher, der grösste von allen, von fast 4 Meilen Länge, ist von einer Bergkette eingefasst und verwüstet von Jahr zu Jahr immer mehr die Tannenwaldungen auf derselben. An einer anderen Stelle rückt er immermehr auf eine thalwärts liegende Ortschaft aus 24 Häusern los, von denen er zu Zeiten einige zu verschlingen droht.

Der Zmuttgletscher im Zermattthale scheint ihm nicht minder gefährlich. Der Schnee des Berges Cervin speist ihn, er rückt immermehr thalabwärts und selbst hundertjährige Bäume können seinem Andringen nicht widerstehen. Im Jahre 1848 zerstörte er einen ganzen Wald von *pinus larix*. Drei grosse Lerchenbäume blieben aufrecht stehen und starben sogar, obgleich sie ganz vom Eise umgeben waren, nicht ganz ab. Der Gornergletscher am Mont-Rosa scheint schon seit mehreren Jahrhunderten im Vorrücken begriffen zu sein; ebenso ist es nach Collomb mit dem Aargletscher, welcher jedes Jahr einige verkrüppelte Stämme von *pinus cembra* mehr zerstört. Nach dem Canonicus Gal rückte der Brenvagletscher 1848 allein beinahe 100 Fuss vorwärts.

Die Gletscherbildung zeigt ebenso wie die Grenze des ewigen Schnees manche noch unerklärte Erscheinung; die Temperatur, der locale Feuchtigkeitszustand und die Richtung der Winde spielen hierbei jedenfalls eine Hauptrolle. Wenn ihre thalabwärtsgehende Bewegung anhaltend fortginge, so würde allerdings in einem Zeitverlaufe, der nach Jahrhunderten berechnet werden müsste, der grösste Theil des flachen Landes, welches jetzt der Cultur dient, ganz vom Eise verheert sein. In den Thälern in der Nachbarschaft hoher Berge muss der Mensch ebenso wie an den Küsten des Meeres und in den von grossen Flüssen durchströmten Ebenen stets auf seiner Hut sein, und es dürfte nicht zu läugnen sein, dass die Verheerungen, welche der Ocean hier und die Gletscher da anrichten, hauptsächlich der Sorglosigkeit und Gleichgültigkeit zugeschrieben werden müssen. [19])

Einfluss der Höhe auf die organische Welt.

In der heissen Zone trifft man an hohen Bergen in einer Höhenerstreckung von noch nicht einer Meile alle Klimate der Erde übereinander an und damit übereinstimmend in den verschiedenen Höhen tropische Pflanzen bis hinauf zu den Pflanzen der Polarregionen. Tournefort sah am Fusse des Ararat die Pflanzen Armeniens, weiter hinauf die Italiens und Frankreichs, in noch grösserer Höhe die Schwedens und endlich am Gipfel nur noch die Lapplands. In ganz besonderer Pracht entfalten sich die einzelnen

Floren von der der Antillen an durch alle Stufen hinauf bis zu der des höchsten Nordens auf dem innerhalb der Tropen liegenden Theile der Cordilleren.

Perrotet legte im August 1840 der französischen Academie manches Interessante über die tropische Pflanzenwelt vor. In Guyana und auf der Insel Bourbon führte er den auf den Inseln des stillen Oceans so verbreiteten Brodbaum ein, ebenso den Gewürznägeleinbaum, die ächte Zimmtpflanze von Ceylon, den Sternanis des südlichen Chinas und die namentlich auf den Sundainseln so vielfach verwendete Betelpflanze. Frankreich selbst verdankt ihm den auf den Philippinen einheimischen Maulbeerbaum, durch dessen Einführung die Seidenzucht nicht nur im mittleren, sondern auch im nördlichen Frankreich möglich geworden ist. Auf den bis zu 8000 Fuss Höhe über dem Meere sich erhebenden Nilgerries (blauen Bergen Vorderindiens), fand er in den verschiedenen Höhen sehr merkwürdige Vegetationsverhältnisse: am Gipfel glaubte er sich in die Alpen oder in den Jura versetzt, denn bei jedem Schritte stiess er auf Ranunceln, Veilchen, Malven, Johanniskraut (*Hypericum*), Anemonen, Erdrauch (*Fumaria*) und Alpenrosen (Rhododendron). Die letzteren waren nie unter einer Höhe von 5000 Fuss zu finden. Von der Höhe herabsteigend, führten allmälige Uebergänge herab bis zu der reichen tropischen Pflanzenwelt am Fusse der Nilgerries, wo undurchdringliche Urwälder mit majestätischen Bäumen von über 150 Fuss Höhe sich hinziehen, mit Früchten beladene und zugleich in gelbem Blüthenschmucke prangende Mangelbäume sich ausbreiten und Sapoteen mit 12 bis 15 Pfund schweren Früchten sich finden.

In Abyssinien, wo die Bergketten sich terrassenartig übereinander erheben, hat man die verschiedensten Temperaturen und in nothwendiger Folge die verschiedenartigsten Pflanzenerzeugnisse, sowohl die des Aequators als die der Pole, angetroffen. Und so ist es verhältnissmässig allenthalben auf der Erde, wie wir es in Europa z. B. an den Alpen und Pyrenäen sehen. In den Thälern dieser hohen Gebirge finden wir, wo sich der Boden nur zur Cultur eignet, die reiche Pflanzenwelt der gemässigten Zonen; in 1500 Fuss Höhe blüht die Gentiana mit ihren blauen Kelchen, die Aurikel mit ihren schwefelgelben Kronen, Eisenhut und Ranuncel; in 3000 Fuss Höhe schmückt das Alpenglöckchen (*Soldanella*) und der scharlachblüthige Rhododendron die Felshänge; in 6000 Fuss Höhe und darüber hinaus bis zur Grenze des ewigen Schnees trifft man auch noch Rhododendron, aber ferner *ranunculus glacialis*, *gentiana verna*, *primula farinosa*, *silene acaulis* und *myosotis sylvestris*.

Am Fusse der Alpen und Pyrenäen findet man schöne Buchen- und Tannenwälder, mächtige Nussbäume und herrliche Kastanien-

bäume. Nach Kämtz kommt der Kastanienbaum über 2500, der Nussbaum über 2550 Fuss nicht mehr fort. Auf dem Rigi sieht man Kirschbäume noch im Freien in einer Höhe von 3050 Fuss, während die Capuziner im Kloster der heiligen „Maria am Schnee" in einer Höhe von noch nicht 4200 Fuss die Kirschen kaum am Spalier zur Reife bringen. Die Buche geht bis 4100, die gemeine Tanne bis 5700 Fuss hinauf; auf der Nordseite steigen die immergrünen Bäume etwa bis zu 6000 Fuss Höhe; auf der Südseite der Pyrenäen hören die Tannen bei 8200 Fuss Höhe auf zu wachsen. Nach Martins ist die Baumgrenze auf der Nordseite der Grimsel folgende:

Rotheiche	bis 800 Meter.	Eberesche	bis 1620 Meter.
Buche	- 985 -	Krummholz	- 1810 -
Kirschbaum und Nussbaum	- 1060 -	Weissbirke	- 1975 -
Gemeine Tanne	- 1545 -	Zirbelkiefer	- 2100 -

Im hohen Norden liegen diese Grenzen viel niedriger, sodass z. B. in Lappland die Zwergbirke noch nicht 1900 Fuss hoch hinaufgeht. An den äussersten Grenzen sind die Bäume weniger entwickelt und verkrüppelt. Ueber der Waldregion findet man noch Weidengestrüpp, Erlen und Wachholdersträucher; endlich kommt man in die Region der Cryptogamen und über 11000 Fuss findet man nur noch Lichenen (Flechten).

Der Getreidebau nimmt immermehr in den Alpen ab, je höher man steigt und hört endlich ganz auf; Mais reift noch bis beinahe 2800 Fuss Höhe, stellenweis sogar bei 3500 Fuss. Nach Kämtz findet man in Graubünden noch bei 4800 Fuss Getreidebau; am Nordabhange des Mont-Rosa hört die Gerste bei 4150 Fuss auf, auf dem Südabhange steigt sie bis 6200 Fuss. In Südamerika baut man Weizen und Mais mit Erfolg in einer Höhe von 3000 bis 6000 Fuss, Roggen und Gerste von 6000 bis 9500 Fuss; aber zwischen 9500 und 12000 nur noch Kartoffeln. In Norwegen und Lappland liegt die obere Grenze des Ackerbaues nur etliche 100 Fuss über dem Meere.[20])

Den Einfluss, welchen ein Gebirgsland auf seine Bewohner ausübt, ausführlich zu schildern, dürfte bei den zahlreichen Beispielen, welche die Geschichte vorführt, und da man dergleichen noch heute beobachten kann, nicht nöthig sein. Die Bewohner der Gebirge sind durch ihre Vaterlandsliebe, ihren Muth und ihren Freiheitssinn weithin bekannt; ihnen scheint gewissermassen etwas von dem kecken und kampflustigen Naturel der Raubvögel und dem Wilde, deren Aufenthaltsort die Gipfel der Berge sind, beizuwohnen. Herodot erzählt, dass Cyrus den Persern nicht gestatten wollte, ihr

rauhes und bergiges Land zu verlassen und in mildere und fruchtbarere Gegenden zu ziehen, weil sie dadurch verweichlichen würden. Abgesehen von den Vortheilen, welche Gebirgsländer in Hinsicht ihrer Vertheidigung und somit für die Bewahrung der Unabhängigkeit darbieten, wie dies auch bei Ländern der Fall ist, die in zahlreiche Inseln zerstückelt sind, scheinen sie auch je nach ihrer Verschiedenartigkeit Eigenthümlichkeiten in besonderen Anlagen, in Sitten und Charakteren zu begünstigen, was sich nicht nur durch das thatkräftige Auftreten der Bewohner, sondern auch auf dem industriellen Gebiete äussert. Hippokrates und Plato hatten sehr wohl begriffen, dass gerade das Klima des durch seine Inseln, Halbinseln, Spitzen, Vorgebirge so sehr zertheilten und allenthalben Wind und Regen zugänglichen Griechenlands auf seine Völkerschaften so wohlthätig einwirkte und sie zu so grossen Thaten befähigte. In einem flachen und einförmigen Lande wäre, wie auch schon Hippokrates bemerkte, der von der Einförmigkeit der Völkerschaften, welche die Steppengegenden des damals bekannten Asiens bewohnen, ganz überrascht war, so etwas nicht möglich.

Die geographische Gestaltung Neuhollands ist von manchen Seiten als ein neuer Beleg für die hippokratische Ansicht angeführt worden. Diese Insel, die grösste von allen Inseln Australiens, von mehr als 500 Meilen Länge und 375 Meilen Breite, zeigt durchaus nicht solche klimatische Verschiedenheiten, wie man bei ihrer grossen Ausdehnung erwarten sollte; wenige Gebirge von unbedeutender Höhe durchziehen sie; ein rechtes Flussnetz fehlt ihr, weil eben die Quellen der grossen Flüsse auf hohen Gebirgen liegen, die Gott gewissermassen mit Schnee krönt, um den Ländern ohne Unterbrechung das befruchtende Wesen zu spenden. Vielen Bächen und Flüssen fehlt hier ein eigentliches Bett, und da sie nicht in ausreichendem Maasse gespeisst werden, so verlaufen sie sich im Sande; die Winde hausen ungehindert über die weiten Flächen und verwüsten, in Wind- und Wasserhosen und Stürme ausartend, gar häufig das Land. Der fruchtbarste Theil der Insel liegt noch in der Nachbarschaft der Flüsse, welche den blauen Bergen entströmen. Im äussersten Süden der Insel stellt sich zwar zu Zeiten etwas Frost ein, im Ganzen aber ist auf der Insel, namentlich während des Sommers die grösste Uebereinstimmung in der Temperatur, weshalb auch in der Pflanzenwelt nicht nur, sondern auch unter den Bewohnern der entlegensten Punkte fast vollständige Gleichheit gefunden wird, wie dies auch schon Cook erkannte. Er sagt[21]): „Südwärts vom 33. oder 34. Grade ist das Land überhaupt niedrig und flach; weiter gegen Norden hin ist es bergig, doch nicht so sehr, dass man es gebirgig heissen könnte, und die Hügel und Berge zusammengenommen machen, in Vergleich mit den Thälern und Ebenen, nur einen gerin-

gen Theil der Oberfläche aus. Im Ganzen ist es eher unfruchtbar, als fruchtbar; doch findet man auf den Anhöhen wechselsweise Wälder und Auen, und die Ebenen und Thäler sind an vielen Orten mit Gras bewachsen; oft aber ist der Boden auch sandig und unter den Ebenen giebt es viele, die felsig und unfruchtbar sind; insbesondere findet man dergleichen gegen Norden hin, allwo die Pflanzen überhaupt, selbst in den besten Gegenden, nicht so gut fort wollten, als im südlichen Theile des Landes; die Bäume waren dort nicht so stark und das Gras nicht so fett. Das Gras ist mehrentheils hoch aber dünn, und in den Gegenden, wo die grössten Bäume wachsen, stehen sie selten weniger als 40 Fuss weit von einander. Weiter von der Küste ins Land hinein fanden wir sumpfige Gegenden, an denen sehr dickes und fettes Gras wuchs, bald Thäler, die ganz mit Strauchwerk bedeckt waren. Von Bäumen giebt es in diesem Lande nicht vielerlei Arten: nicht mehr als zweierlei, die man für Bauholz gelten lassen könnte. Dahin gehört vorzüglich der Gummibaum, der von allen hier wachsenden der grösste ist. Von Palmbäumen fanden wir drei verschiedene Sorten. Die Yamswurzel war ziemlich das einzige Geniessbare aus dem Pflanzenreiche; die Uferbewohner leben meistens von Fischen. Ackerbau ist so gut wie unbekannt. Die Ureinwohner schienen nirgends einen beständigen Wohnsitz zu haben, denn im ganzen Lande sahen wir nichts, was einem Städtchen oder Dorfe ähnlich gewesen wäre. Sie sahen am ganzen Leibe so unsauber aus, als ob sie von oben bis unten mit Schmutz gleichsam überzogen gewesen wären, daher man denn auch die natürliche Farbe ihrer Haut nicht ausfindig machen konnte; der Schmutz macht sie so schwarz wie Neger."

Hombron, der Neuholland in neuerer Zeit besucht hat, entwirft von demselben ein noch weit ungünstigeres Bild. Er macht darauf aufmerksam, wie sehr die Australier sich unter einander gleichen, dass man allenthalben auf dieselbe geistige Stumpfheit und Gleichgültigkeit selbst in materieller Hinsicht stosse. Ohne Zweck und bestimmtes Ziel schweifen sie, wie das Wild, in Wald und Flur herum und ohne in ihrer Nahrung wählerisch zu sein, verzehren sie alles, was ihnen instinctmässig essbar zu sein scheint. Ihr Kopf steht, da sie auf ihr Haupthaar durchaus keine Sorge verwenden und dieser deshalb höchst plump aussieht, mit dem übrigen, gerade nicht missgestalteten Körper in gar keinem Verhältnisse. Sie beschmieren sich mit Erde und ziehen den Knochen entlang weisse Striche, so dass sie wie Skelette aussehen. Ihr hängender und schlaffer Bauch, ihre gedunsenen und dummen Augen, ihre dicken Backenknochen, ihre flache Stirn, ihr vorstehender Oberkiefer, ihr grosser Mund, ihr krauser Bart, ihr runzeliges Gesicht, alles spricht für ihren niedrigen Standpunkt und ihre grenzenlose Brutalität.

Trotz alledem glauben wir hier nicht unerwähnt lassen zu müssen, dass ein so grosses Gebiet, wie Neuholland, zumal bei seiner in klimatischer Hinsicht nicht ungünstigen Lage, gewiss auch Flächen enthält, welche einen guten Ertrag liefern würden, und dass es nur noch an kolonisirenden Kräften gefehlt hat, um mit anderen Ländern in die Schranken zu treten. Etwas haben die Engländer bereits gethan; aber jedenfalls steht Neuholland noch eine bessere Zukunft bevor.

Uebrigens haben wir durchaus nicht behaupten wollen, indem wir hervorhoben, wie die von Bergen durchschnittenen Länder vor den grossen Flachländern bevorzugt sind, dass ihre Bewohner sich nun auch gerade vor allen anderen durch geistige Begabung, durch hervorstechende Kenntnisse und durch ihren Charakter auszeichnen müssten, wir haben vielmehr nur darauf hinweisen wollen, dass sie sich unter Verhältnissen befinden, welche eine staatliche Entwickelung vorzugsweise begünstigen. Civilisation und zweckmässige Regierungsform können ein Volk gross machen, sobald nur Einigkeit und Vaterlandsliebe vorhanden ist. An geschichtlichen Belegen fehlt es nicht.

Temperaturverhältnisse auf Hochebenen.

Hochebenen oder Plateaus nennt man grössere Ebenen, welche in einer mehr oder weniger grossen Höhe über dem Meere liegen.[22]) So hört man oft von einem grossen äthiopischen Plateau unter dem Aequator jenseits des problematischen Mondgebirges, ebenso von einer sehr hochliegenden Hochebene im Westen des Vorgebirges der guten Hoffnung sprechen; aber das Innere Afrikas ist noch fast gänzlich unbekannt. Selbst Asien, welches so oft der Schauplatz welterschütternder Ereignisse gewesen ist, lässt, ungeachtet der Forschungen eines Pallas, Gmelin, von Humboldt, Chappe, Georg Fuss, Bunge u. a., in geographischer Hinsicht noch vieles zu wünschen übrig.

Unter der Hochebene der Tartarei verstand man die ungeheuere Fläche, welche sich von den Grenzen Sibiriens bis zu dem Himalaya erstreckt. Dass dies ungenau ist, darauf hat von Humboldt hingewiesen; nur die sogenannte Wüste Gobi, welche von der kleinen Bucharei sich bis zum Changai-Gebirge erstreckt, hält er für eine Hochebene. Von dem thibetanischen Plateau würde diese durch das hohe Gebirge Küen-Lün getrennt sein, und beide zusammen würden eine Fläche einnehmen, welche Frankreich viermal an Grösse überträfe. Es wäre dies die grösste plateauartige Erhebung. Die Höhe dieses Plateaus ist übrigens nicht so bedeutend, als man glaubte, wie dies bereits 1768 von dem Abbé Chappe und später von A. von Humboldt aus barometrischen Messungen nachgewiesen worden ist. Die Steppen der Songarei, die Kirghisen-Steppe liegen kaum 800 bis

1000 Fuss über dem Meere. Pallas gab die Höhe des Plateaus von Gobi über 8700 Fuss an, während nach Fuss und Bunge die mittlere Höhe zwischen dem Baikal-See und der chinesischen Mauer nur wenig über 4000 Fuss beträgt.

Für die geringe Höhe des grossen Plateaus im Westen des Bolor-Tag zwischen dem Thian-Schan oder Himmelsgebirge und dem Küen-Lün spricht der Bau mancher Gewächse und dergl. im Hinblick auf die dortige Breite. Zu Kaschgar, Khotin, Aksu und Kutsche, im Parallel von Sardinien, baut man Baumwolle; in den Ebenen von Khotin, welches nicht südlicher als Sicilien liegt, treibt man starke Seidenzucht. Weiter nördlich zu Yarkand, Hami, Kharaschar und Kutsche wird seit mehreren Jahrhunderten der Weinstock und Granatbaum in grosser Ausdehnung gezogen.*) Folgende Tabelle giebt nach v. Humboldt die Höhe einiger Plateaus über dem Meere in Metern (1 Meter gleich $3^{186}/_{1000}$ preuss. F.).

Plateau der Auvergne	339	Meter.
- von Bayern	506	-
- von Spanien	682	-
- von Mysore	897	-
- von Caracas	936	-
- von Popayan	1754	-
- von Abyssinien (Tzana-See)	1859	-
- des südlichen Abyssiniens .	1949	-
- von Abyssinien bei Axum .	2159	-
- von Mexico	2276	-
- von Quito	2904	-
- des Titicaca-Sees	4034	-

Es versteht sich von selbst, dass die mittlere Höhe der Continente zu bestimmen, seine eigenthümlichen Schwierigkeiten hat, und dass dergleichen Angaben nur Näherungswerthe bezeichnen. Laplace schätzte ihre Höhe auf etwa 3000 Fuss; v. Humboldt hält dies für zu hoch. Nach Elie de Beaumont haben die Pyrenäen eine mittlere Höhe von 4800 Fuss; wollte man die ganze Masse dieses Gebirges über die Fläche Frankreichs ausbreiten, so würde dies eine Erhöhung von etwa 110 Fuss zur Folge haben; brächte man hierzu noch die Plateaus der Auvergne, von Limousin, den Coted'or, die französischen Alpen, den Jura und die Vogesen, so würde man für ganz Frankreich eine Höhe von 850 bis 870 Fuss über dem Meere erhalten. Die Alpen, das Plateau der pyrenäischen Halbinsel, die schwedischen, norwegischen, deutschen Gebirge u. s. w. würden in

*) Mehr hierüber in v. Humboldt's *l'Asie centrale* und *Voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent.*

dieser Weise für ganz Europa eine mittlere Höhe von etwa 650 Fuss geben.

Obgleich der Kamm der Andeskette fast 11500 Fuss Höhe erreicht, schätzt v. Humboldt die mittlere Höhe doch nur auf 7760 Fuss. Indem er die niederen Gegenden Süd-Amerikas mit in Rechnung zieht, kommt er auf eine Höhe von 1100 Fuss für diesen Erdtheil; für Nordamerika mit den Felsengebirgen und Alleghany-Gebirge von dem Isthmus von Panama an gerechnet ergiebt sich 725 Fuss als mittlere Höhe; somit stellt sich für ganz Amerika ungefähr 900 Fuss als Resultat heraus. Die Erhebung des asiatischen Festlandes schätzt von Humboldt im Mittel auf 1100 Fuss. Bei Afrika fehlt es an hinreichenden Anhaltepunkten; doch ist er der Ansicht, dass ungeachtet des südlichen Plateaus das Resultat für Afrika das Ergebniss für sämmtliche Continente nicht steigern dürfte, und somit berechnet er für das gesammte Festland der Erde eine mittlere Höhe von ungefähr 975 Fuss.

Da die Temperaturabnahme bei einer Erhebung über die Erdoberfläche, sowohl beim Besteigen von hohen Bergen, als auch bei einer Erhebung in die höheren Luftregionen mittelst des Luftballons unwiderleglich feststeht, und zwar der Art, dass auf Bergen für je 530 Fuss und bei der Atmosphäre für ungefähr je 560 Fuss ein Grad Temperaturabnahme zu rechnen ist, so fragt es sich, ob dies Gesetz ebenso für die Plateaus und für die verschiedenen Breiten gilt. Soweit die Erfahrung reicht, scheint es der Fall zu sein. Quito z. B. liegt in einer Höhe von 9250, Mexico aber nur in einer von 7250 Fuss; jenes unter dem Aequator liegend, hat eine Jahrestemperatur von 15,°6, dieses, unter 19° 26′ n. Br., von 16,°6; ungeachtet eines Unterschiedes von 19 Grad in der Breite haben Quito und Mexico doch beinahe dieselbe Temperatur und Mexico nur 1 Grad mehr. Da nun beide Orte eigentlich ein Jahresmittel von 27 bis 28 Grad haben sollten, nämlich das des Aequators und der Tropen, so kommt bei Quito auf Rechnung der Höhe von 9250 Fuss eine Temperaturabnahme von 12,°4 und bei Mexico auf Rechnung der Höhe von 7250 Fuss eine solche von ungefähr 10,°4. Man kann also schliessen, dass bei den Hochebenen die mittlere Temperatur für je 760 Fuss um 1 Grad erniedrigt wird. Paris und München liegen ziemlich in derselben Breite; München sogar etwas südlicher, aber in einer Höhe von 1675 Fuss. Nun ist hier das Jahresmittel 8,°9, in Paris aber, welches nur 204 Fuss über dem Meere liegt, 10,°8; folglich zeigt sich auch hier auf ungefähr 760 Fuss Erhebung eine Temperaturerniedrigung des Jahresmittels von 1 Grad. Dasselbe Verhältniss scheint bei den Hochebenen in anderen Erdtheilen und unter allen Breiten stattzufinden. Dafür dass die Temperaturabnahme auf den Bergen schneller, als auf den Hochebenen eintritt,

kann ein doppelter Grund aufgestellt werden, nämlich einmal die grosse Masse Schnees auf den Bergspitzen und die von diesem ausgehende Abkühlung der umgebenden Luft, zweitens und zwar vielleicht mit noch mehr Recht die Gestaltung der Berge selbst, indem an ihnen die Sonnenstrahlen gewissermassen ohne einen Eindruck zu hinterlassen abgleiten, während sie in den ausgedehnten Ebenen der grossen Plateaus mehr concentrirt bleiben.

FÜNFTES CAPITEL.

Temperaturdifferenzen nach der Grösse, der Gestaltung und dem Stellungsverhältnisse der Continente.

Breite und relative Höhe eines Ortes über dem Meere sind es nicht allein, welche auf die Temperaturverhältnisse desselben Einfluss ausüben, sondern es sind dabei überdies in Rechnung zu ziehen: die Flächenausdehnung des ganzen Landes, die Gestaltung desselben und seine Lage gegen die Himmelsgegenden. Die ganze Erde ist eigentlich als ein Agglomerat von mehr oder weniger grossen Inseln anzusehen, wiewohl man diese Bezeichnung streng genommen nur auf Länder von geringerer Ausdehnung, wenn sie ganz vom Meere umspült werden, anzuwenden pflegt. Vorzugsweise verdienen die beiden grossen Landmassen Beachtung, von denen die eine Asien, Europa und Afrika, die andere Nord- und Südamerika in sich begreift. Beide sind durch die nur etwa 12 Meilen breite Behringsstrasse zwischen Kamtschatka und dem russischen Amerika von einander getrennt.

Die Eintheilung der alten Welt in drei Theile findet sich bestimmt bei Herodot, Orosius, Jornandes und der grossen Zahl geographischer Schriftsteller, während einzelne, namentlich Hippokrates, nur zwei Erdtheile, nämlich Europa und Asien, wollten gelten lassen, insofern von Afrika, dem sogenannten Libyen, nur ein ganz unbedeutender Theil bekannt war. Herodot und Hippokrates betrachteten das ganze nördliche Asien, nordwärts vom Caspischen Meere und dem Araxes, als zu Europa gehörig. Selbst A. v. Humboldt nennt Europa eine halbinselartige Fortsetzung von Asien.[23]) Der Isthmus von Suez mit seinem sandigen und wasserarmen Boden, in einer Breite von etwa 13 Meilen zwischen dem rothen Meere und mittelländischen Meere liegend, trennt und verbindet das Festland Afrikas und das Asiens.

Obgleich Asien nicht bis zu dem Aequator reicht, hat es doch,

wie v. Humboldt sagt, eine so riesige Ausdehnung, dass seine Oberfläche die von Amerika und die von Europa und Afrika beide zusammen genommen übertrifft. Das russische Reich ist grösser als der von der Erde aus sichtbare Theil der Mondoberfläche, und siebzehnmal grösser als ganz Frankreich. Bei der grossen Erstreckung Asiens, vom Eismeere unter etwa 78 Grad nördl. Br. bis zur Halbinsel Malacca und dem indischen Ocean, findet man in demselben alle Klimate, alle Lagen, alle Länderverhältnisse, alle meteorologischen Phänomene, die man anderwärts nur vereinzelt antrifft. Betrachtet man einen Erdglobus, so findet man bei keinem anderen Lande eine so bedeutende, den Polen so nahe liegende, Landmasse.

Afrika ist dreimal so gross als Europa und hält 545000 Quadratmeilen mit 3800 Meilen Küste, sodass nur 1 Meile der Küste auf etwa 152 Quadratmeilen Fläche kommt. Der nördliche Theil ist der grössere mit 363000 Quadratmeilen; der grösste Theil des ganzen Erdtheiles liegt innerhalb der Tropen und enthält die heissesten Stellen der ganzen Erde. Europa reicht nirgends in die Tropenzone; sein gemässigtes Klima verdankt es zwar zunächst der Breite, unter welcher es liegt, dann aber auch seiner Lage gegen die Himmelsgegenden und seiner Gestaltung. Der dreieckige Kern dieses Erdtheils hält 120000 Quadratmeilen, seine Halbinseln 40000 Quadratmeilen mit einer Küstenentwickelung von 2637 Meilen, sodass durchschnittlich 1 Meile Küste auf 15 Quadratmeilen der Oberfläche kommen. Amerika ist nächst Asien, welches man zu 883000 Quadratmeilen berechnet, mit 750000 Quadratm. der grösste Erdtheil.

Buffon hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass das Innere der Continente in den Sommer- und Wintertemperaturen Extreme zeigt, während die Temperaturmittel der entgegengesetzten Jahreszeiten bei Inseln und an der Meeresküste viel weniger von einander verschieden sind. Hierauf gründet sich der Unterschied des continentalen oder excessiven Klimas und des See- oder gemässigten Klimas. „Wenn man, sagt von Humboldt, das insulare Klima von Nowaja-Semlja im Winter mit dem continentalen Sibiriens vergleicht, so kann es noch als gelinde gelten; denn das Quecksilber gefriert daselbst höchst selten. Das Thermometer, welches während des Winters zu Jakutzk bis auf 39 und sogar auf 40 Grad herabsinkt, fällt auf Nowaja-Semlja, ungeachtet es 10 Grad nördlicher liegt, nicht unter 19 Grad. Andererseits steigt die mittlere Sommerwärme, welche zu Ustjansk 9,°2 beträgt, auf Nowaja-Semlja, welches fast unter derselben Breite liegt, nur auf 2,°1 bis 3,°6. „Nach Bär ist auf dieser Insel das Jahresmittel — 11,°2 und die mittlere Temperatur des heissesten Monats stimmt mit der des December zu Edinburg überein. Der Schnee verschwindet im Allgemeinen in den Ebenen im Juli; wo er aber in grösserer Menge angehäuft ist, bleibt

er das ganze Jahr hindurch liegen. Die von den Bergspitzen bis zu dem Meere sich herabziehenden Schneefelder haben auf die Luft der Umgebung einen solchen Einfluss, dass das Thermometer auf Schiffen, welche nicht weit von der Insel vorbeisegeln, um 3 Grad fallt.

Wie v. Humboldt [24]) hervorhebt, hat die in Halbinseln zerschnittene Gestaltung eines Continents nicht nur auf das Klima einen entschiedenen Einfluss, sondern auch auf das Schicksal der ersten Ansiedler, auf die Wanderzüge der Völker und auf die allgemeine Entwickelung der Civilisation. Die Nähe einer grossen Wassermasse wirkt durch ihren Einfluss auf die Winde herabstimmend sowohl auf die Hitze des Sommers, als auf die Kälte des Winters. Daraus entsteht ein wichtiger Gegensatz zwischen dem Insel- und Küstenklima und dem Klima des Innern grosser Massen festen Landes. Dieser merkwürdige Gegensatz ist in seinen mannigfaltigen Erscheinungen, in seinem Einflusse auf die Kraft der Vegetation und das Gedeihen des Ackerbaues, auf die Durchsichtigkeit des Himmels, die Wärmestrahlung der Erdoberfläche und die Höhe der ewigen Schneegrenze zuerst in Leopold von Buh's Werken vollständig entwickelt worden. Von Paris bis Edinburg zeigt sich, wiewohl dies 6 Grad nördlicher als jenes liegt, nur eine Temperaturabnahme von 2,°2, während auf dem europäischen Continente im Jahresmittel sich auf je einen Breitengrad eine Temperaturveränderung von 0,°62 herausstellt. Aus folgender Tabelle ersieht man diese Verhältnisse besonders deutlich.

		Jährliches Jahresmittel.
Paris . . .	48°50′ n. Br.	10,°8 C.
London . . .	51 31 —	10, 4 -
Mastricht .	50 51 „	10, 1 -
Harlem . .	52 23 „	10, 0 -
Dublin . . .	53 23 „	9, 5 -
Manchester .	53 29 „	8, 7 -
Edinburg . .	54 57 „	8, 6 -

Im nordöstlichen Irland, sagt v. Humboldt [25]) weiter, an den Küsten von Glenarn, unter 50°56′ n. Br., unter einer Breite mit Königsberg in Preussen, vegetirt die Myrte üppig wie in Portugal. Es giebt dort selten Frost im Winter und gleichwohl ist die Sommerwärme für den Weinbau nicht ausreichend. Der Monat August, welcher in Ungarn 21° erreicht, hat in Dublin kaum 16°; umgekehrt ist die mittlere Winterwärme, die in Ofen zu — 2,°4 herabsinkt, in Dublin noch 4,°3 über dem Gefrierpunkte. Zu Cherbourg ist die Wintertemperatur 2,°3 höher als zu Paris, obgleich es 50′ nördl. liegt. Die mittlere Wintertemperatur zu Plymouth ist wenig von der zu Florenz verschieden. Der Hafen von Salcombe an der Küste von Devonshire ist seines milden Klimas wegen häufig das Montpellier des

Nordens genannt worden; man zieht dort Orangen am Spalier und die Myrte hält den Winter über im Freien aus.

Dass die Ostküsten der Continente im allgemeinen kälter sind als die Westküsten derselben, ist eine schon längst bekannte Thatsache. Namentlich zeigt sich dies an Asien und Europa, ebenso an Nordamerika, während bei Afrika die Westküste nicht minder eine excessive Hitze erleidet. Ausnahmen von dieser Regel giebt es allerdings, namentlich in hohen Breiten, wie z. B. das Klima von Kamtschatka, wohl seiner halbinselartigen Gestaltung wegen, weniger streng als das von Sibiren ist.

Gmelin und Mairan suchten, als sie die zunehmende Winterkälte bemerkten, die in Europa sich einstellt, je weiter man ostwärts auf demselben Parallelkreise vordringt, diese Erscheinung aus einer allmäligen Bodenerhöhung zu erklären. Diese Annahme ist indessen gänzlich unbegründet; auch würde es, wie v. Humboldt[26]) hervorhebt, durchaus nicht zu rechtfertigen sein, den Grund in einer einzigen Ursache zu suchen, wo offenbar deren mehrere gleichzeitig einwirken, nämlich die nach und nach minder gegliederte, compacktere, an Breite zunehmende Form des Continents, die Entfernung des kältemindernden Meeres und der schwächere Einfluss der Westwinde. Europa verdankt sein sanfteres Klima der Existenz und Lage von Afrika, das in weiter Ausdehnung, den aufsteigenden Luftstrom begünstigend, einen festen wärmestrahlenden Boden der Tropenregion darbietet, seiner Gliederung und Meeresnähe und zwar seiner Lage an einem eisfreien Meere da, wo es sich gegen Norden ausdehnt.

Ein petersburger Naturforscher hat es nachgewiesen, warum die nördlichen Meeresküsten weniger kalt sind, als man ihrer Entfernung vom Aequator nach erwarten sollte. Nowaja-Semlja ist namentlich im Westen von einer Klippenreihe umgeben, sodass der Zugang auf dieser Seite nicht ohne Gefahr ist; im Süden ist die Insel ziemlich flach; aber im Innern, von dem Kostin-Schar her und soweit das Auge reicht, ist das ganze Land mit einzelnen Bergen bedeckt, deren Zahl immermehr zunimmt, je weiter man nach Norden kommt, und von denen einige sich bis zu einer Höhe von 4000 Fuss erheben. Die Geologen wollten schon längst in diesen Bergen eine Fortsetzung des Urals erkennen, und jetzt ist dies auch als ausgemacht anzusehen. Schrenck hat bei seiner Reise durch das Land der Samojeden den Zug des Ural bis an seinen letzten Ausläufer bei Waigatz verfolgt und daselbst denselben Kalk wie in dem flachen Lande am Kostin-Schar gefunden. Bär nimmt an, dass die Berge von Nowaja-Semlja sich noch weiter in mehr westlicher Richtung unter der Meeresfläche hinweg bis nach Spitzbergen ziehen, wo sie dann wieder zu Tage treten. Nowaja-Semlja ist nun, indem es sich in gerader Linie gegen 80 Meilen nordwärts zieht, für Europa von ganz bedeutendem Nutzen; denn

es schützt es vor den Eismassen, welche sich jährlich von den sibirischen Küsten loslösen, und gezwungen werden westwärts um den Norden von Spitzbergen nach den grönländischen Küsten zu ziehen. Würde Nowaja-Semlja fortgerissen, so wäre eine Anhäufung von Eismassen an den norwegischen Küsten die unausbleibliche Folge; die zum Ackerbau daselbst jetzt noch benutzbaren Ländereien, die bis zum 71. Breitengrade reichen, würden wüste bleiben und höchstens, wie im russischen Finnlande, Moos tragen.

Schon im Alterthume hielt man eine ostwärts gerichtete Lage für ganz besonders der Gesundheit zuträglich und noch jetzt hält man dies für begründet. Ein physikalischer Grund dürfte sich hierfür indessen nicht leicht auffinden lassen. In den gemässigten Zonen haben die Stellen, welche von den Strahlen der Morgensonne getroffen werden, allerdings insofern einen Vorzug, als an ihnen die in der Nacht niedergeschlagene Feuchtigkeit zuerst verschwindet und somit früher das Leben erweckt wird, welches die Sonne bei ihrem Tageslaufe allenthalben hervorruft; dieser Einfluss bleibt dann den ganzen Tag über nachhaltig, selbst wenn die Sonnenstrahlen nur durch zerstreutes und reflectirtes Licht leuchtend und erwärmend wirken. Möglich wäre es auch, dass den Strahlen der Morgensonne besondere Eigenschaften zukämen, worüber die Beobachtung jedoch erst noch Aufschluss geben müsste. Jedenfalls sind die Vorzüge einer solchen Lage nicht zu hoch anzuschlagen, und Naturforscher und Geographen haben sich wohl zu hüten, damit sie nicht durch eine unbedingte Verallgemeinerung, ohne Berücksichtigung der besonderen Eigenthümlichkeiten der einzelnen Gegenden, zu grossen Irrthümern verleidet werden.

Unter allen Lagen ist ohne Widerrede diejenige die ungünstigste, wo durch hohe Berge die Bewohner und Felder von den directen Sonnenstrahlen nicht getroffen werden, wie dies in manchen Thälern der Schweiz, der Pyrenäen, von Savoyen, von Tyrol, des Himalaya-Gebirges und überhaupt in allen in grösserer Breite liegenden Bergländern der Fall ist. In solchen Gegenden trifft man Cretinismus, Kröpfe und Skropheln an, wiewohl der Lichtmangel nicht die einzige Ursache dieser trostlosen Zustände ist, wie wir ausdrücklich glauben hervorheben zu müssen.

In unserer Hemisphäre haben die im Norden liegenden Gegenden den Vorzug mit ihren Flächen südwärts gerichtet und überdies durch die Höhen gegen die Polarströme geschützt zu sein. Der Admiral Wrangel führt, nachdem er die schrecklichen Einöden des nördlichen Sibiriens geschildert hat, ein schlagendes Beispiel dafür an, von welchem Einflusse die Lage eines Ortes in Hinsicht der Temperatur und Vegetationsfähigkeit ist. Zwischen dem Bolchoy-Aniu und Mali-Aniu in unmittelbarer Nähe des Eismeeres findet man Flächen, welche durch vorliegende hohe Berge vor den Nordwinden geschützt sind,

und da findet man eine reizende Landschaft mit Espen, Pappeln, Weiden und Nadelholz. Wrangel sagt: „Der Abstand ist so auffallend, dass der Fremdling, der von der gefrornen Tundra kommt, voller Verwunderung sich fragt, ob ihn denn der Zauberstab einer freundlichen Fee plötzlich nach Italien versetzt habe.“ Lord Macartney, der auf seiner Reise durch die chinesische Tartarei Gelegenheit hatte, den dortigen erfolgreichen Ackerbau zu bewundern, hebt ausdrücklich hervor, dass in demselben Landstriche auf der Südseite eine üppigere Vegetation als auf der Nordseite sei.

Allenthalben auf der Erde finden sich Gegenden, die durch ihre gesunde oder dem Ackerbau besonders günstige Lage besonders bekannt sind. Columella und Virgil hielten, wohl mit Unrecht, eine westliche Lage der Weinberge für minder vortheilhaft. *)

Plinius**) bemerkt: „Die Meisten geben der Richtung nach Süden den Vorzug; allein ich glaube, es lässt sich hierüber keine allgemeine Vorschrift geben. Boden, örtliche Verhältnisse und Himmelsstrich verlangen hierbei die sorgfältigste Berücksichtigung. In Afrika ist die Lage des Weinberges nach Süden weder für die Stöcke gut, noch für den Bearbeiter gesund, weil die Landschaft selbst südlich ist; wer also dort eine westliche oder nördliche Lage bepflanzt, berücksichtigt aufs beste Boden und Himmelsstrich zugleich. Auch die Winde erfordern genaue Berücksichtigung und die Art der Weinstöcke. Am besten folgt man aber der Erfahrung.“ Varro gab für die Anlage von Weinbergen die Regel: *In ferventibus provinciis ut Aegypto et Numidia, uni Septentrioni rectius apponentur.* Palladius hat für das den Alpen nahe liegende Oberitalien dieselbe Beobachtung gemacht: *Aquilo sibi objectas foecundat; Auster nobilitat. Ita in arbitrio nostro est, utrum plus habeamus an melius.*

Hippokrates nahm in der Pathologie auf die entfernteren Ursachen, namentlich auf die Luft, die Winde, die Lage der Orte, ganz besonders Rücksicht. Wir übergehen dies, da seine Beobachtungen sich vorzugsweise auf Thessalien und Thracien beziehen und keine allgemeine Gültigkeit haben. Manche seiner Grundsätze sind, wie K. Sprengel[27]) sagt, völlig individuell und vielleicht aus einer einzelnen Erfahrung abgezogen; manchmal waren auch seine Erfahrungen selbst in sofern trügerisch, als er ihre Richtigkeit aus unstatthaften Gründen herleitete. Wenn er z. B. in gewissen Städten,

*) *Columella*, III. p. 12. *Coeli regionem quam spectare debeant vineae, vetus est dissentio: Saserna maxime probante solis ortum, mox deinde meridiem, tum occasum; Tremellio Scrofa praecipuam positionem meridianum censente; Virgilio de industria occasum sic repudiante:*

Neve tibi ad solem vergant vineta cadentem.

**) *Hist. nat.* XVII. cap. 2.

die eine bestimmte Lage gegen eine Himmelsgegend hatten, gewisse eigenthümliche Krankheiten bemerkte, so schrieb er diese auf Rechnung des Einflusses der Himmelsgegend.

Auch Malte-Brun hebt hervor, dass die Beobachtungen des Hippokrates nur für die Küsten Griechenlands und Kleinasiens Gültigkeit haben können und ganz falsch angewendet würden, wenn man sie z. B. ohne Weiteres auf die Nordküste Afrikas übertragen wollte, weil hier, wie schon Aristoteles bemerkt hatte, die Südwinde, als von dem Atlas her wehend, kalt sind. Für Paris sind die Südwinde ebenso kalt, weil sie von den Bergen der Auvergne kommen; dasselbe gilt für das südliche Deutschland mit Rücksicht auf die Alpen. Asturien hat ein sehr feuchtes Klima, ist den Nordwinden ausgesetzt und es herrschen dort die Krankheiten, welche Hippokrates gerade einer südlichen Lage zuschreibt. Man würde also in die gröbsten Irrthümer verfallen, wenn man die Beobachtungen des Hippokrates für alle Gegenden der Erde gültig halten wollte.

Celsus stimmte gewissermassen dem Hippokrates bei, indem er sagte, dass der Arzt auf die Länder rücksichtigen müsse und dass er zu Rom anders als in Aegypten und in Gallien zu handeln habe. Auch Asklepiades theilte diese Ansicht und ebenso Galien, der die Rücksicht auf den Ort bei der Prognose der Krankheiten für ebenso wesentlich hielt, als die Natur des betreffenden Individuums und dessen Lebensweise. Hiernach verlangt jede Localität ihr besonderes Studium, was wohl auch Baglivi gemeint hat, wenn er schreibt: *Scribo haec sub aëre romano.*

SECHSTES CAPITEL.

Von der Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche.

Zur Beurtheilung der Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche glauben wir keinen besseren Anhalt geben zu können, als durch Mittheilung einer Tabelle von Wilhelm Mahlmann. Diese Tabelle ist wohl die vollständigste, welche wir besitzen; sie enthält nicht weniger als 300 Orte, deren mittlere Temperatur mit der grössten Sorgfalt ermittelt worden ist. December, Januar und Februar sind als Wintermonate in Rechnung genommen, und ebenso ist das Verhältniss der übrigen Jahreszeiten, wie dies im dritten Capitel dieses Abschnittes bereits als bei den Meteorologen gebräuchlich angegeben worden ist.

Mittlere Temperatur von 305 Orten nach Mahlmann.

Ort.	Breite.	Länge von Paris.	Höhe über dem Meere in Metern.	Mittlere Temperatur im Jahre. C.	Winter. C.	Frühling C.	Sommer. C.	Herbst. C.
Winter - Hafen auf Melville.	74°47'n.	113° 8' w.	—	—18,7	—33,5	—19,5	2,8	—18,0
Insel Igloolik . . .	69 19	83 23	—	—16,6	—29,7	—16,8	1,7	—14,0
Ustjansk	70 55	136 4 ö.	—	—16.6	—38,4	—14,7	9,2	—23,9
Port Bowen	73 14	91 15 w.	—	—15,8	—31,7	—21,0	2,7	—11,9
Boothia-Felix . . .	70 2	94 10	—	—15,7	—33,2	—20,7	3,4	—12,4
Winter-Insel . . .	66 11	85 31	—	—14,0	—29,1	—14,2	1,7	— 8,0
Fort Entreprise . . .	64 28	115 26	253	—	—30,9	—13,2	—	— 7,3
Jakuzk	62 1	126 53 ö.	117	— 9,7	—38,9	— 8,3	17,2	— 6,6
Nowaja-Semlja . . .	73 0	51 30	—	— 8,4	—19,0	—11,8	3,6	— 6,3
Fort Franklin	65 12	125 33 w.	68	— 8,2	—27,2	—10,0	10,2	— 6,0
Port Reliance . . .	62 46	109 1	107	—	—29,1	—10,7	—	—
Spitzbergen	80 0	14 0 ö.	—	—	—	—	3,4	—
Grönländsche See .	78 0	7 0	—	(—7.7)	—	— 9,4	1,4	—
Nain (Labrador) . .	57 10	64 10 w.	—	— 3,6	—18,5	— 5,8	7,6	2,2
Fort Simpson . . .	62 11	123 52	78	— 3,5	—23,5	— 2,8	15,1	— 2,8
Enontekis(Lappland)	68 40	20 0 ö.	435	— 2,7	—17,0	— 3,9	12,6	— 2,7
St. Bernhard (Hospitz	45 50	4 45	2494	— 1,0	— 7,8	— 2,0	6,1	— 0,4
St. Gotthard	46 33	6 14	2095	— 0,8	— 7,6	— 2,7	6,7	0,0
Slatust (Ural) . . .	55 8	57 8	322	— 0,7	—16,6	0,8	15,2	0,2
Haapakyla (Schweden)	66 27	21 27	—	— 0,5	—14,2	— 2,3	14,4	0,1
Irkuzk	52 16	101 58	409	— 0,2	—17,6	4,5	15,9	— 2,2
Eyafiord	65 40	22 0 w.	—	0,0	— 6,2	— 2,2	7,7	1,4
Nordcap (Norwegen)	71 10	23 30 ö.	—	0,1	— 4,6	— 1,3	6,4	— 0,1
Schneekoppe (Schlesien)	50 44	13 24	1600	0,2	—	—	8,1	—
Uleåborg	65 3	23 6	—	0,7	—11,1	— 2,7	14,3	2,2
Nischnei-Tagulsk (Ural)	57 54	57 0 ö.	234	1,1	—15,5	5,4	19,8	5,4
Umeå	63 50	17 56	—	2,1	—10,2	0,6	14,1	3,1
Kasan	55 48	46 47	56	2,2	—14,3	2,6	17,0	2,8
Hernösand	62 38	15 33	—	2,3	— 8,1	0,2	13,4	3,6
Petersburg	59 56	27 59	—	3,5	— 8,4	1,7	15,7	4,7
St.John's(Neufundl.)	47 34	54 58 w.	43	3,5	— 4,9	0,2	12,2	6,5
Moskau	55 45	35 18 ö.	146	3,6	—10,3	6,3	16,8	1,6
Reikiavig (Island) .	64 8	24 16 w.	—	4,0	— 1,6	2,4	12,0	3,3
Helsingfors	60 10	22 30 ö.	—	4,0	— 6,1	1,4	15,2	5,7
Iluluk (Russ. Amer.)	53 52	168 45 w.	—	4,1	0,1	2,0	10,5	3,7
Falun	60 39	13 25 ö.	121	4,4	— 5,5	3,2	14,6	5,3
Abo	60 27	19 57	—	4,6	— 5,4	2,6	15,7	5,4
Tambow	52 47	39 8	62	5,1	— 8,7	—	18,4	—
Fort Famine. . . .	53 38 s.	73 14 w.	—	—	1,1	—	—	5,7

Ort.	Breite.	Länge von Paris.	Höhe über dem Meere in Metern.	Mittlere Temperatur im Jahre. C.	Winter. C.	Frühling C.	Sommer. C.	Herbst. C.
Upsala	59°52′n.	15°18′ ö.	—	5,2	−3,7	3,4	15,1	6,2
Söndmör	62 30	4 0	—	5,3	−2,7	4,0	13,3	6,5
Christiania	59 54	8 25	—	5,4	−3,8	4,0	15,3	5,8
Eastport (Nordamerika)	44 54	69 16 w.	—	5,4	−5,4	3,6	16,1	7,6
Stockholm	59 21	15 43 ö.	41	5,6	−3,6	3,5	16,1	6,5
Pompey (Nordamerika)	42 56	78 25 w.	390	6,1	−5,3	5,3	17,7	6,8
Königsberg	54 43	18 10 ö.	—	6,2	−3,3	5,3	15,9	6,7
Stift Tepl	49 58	10 33	643	6,2	−2,9	6,3	14,7	6,8
H. Peyssenberg . .	47 48	8 41	975	6,2	−1,6	5,4	14,4	6,5
St. Lawrence . . .	44 40	77 20 w.	121	6,2	−6,8	5,9	18,6	7,4
Halifax	44 39	65 57	—	6,2	−4,4	2,9	17,2	9,0
Carlstadt (Schweden)	59 23	11 10 ö.	53	6,3	−2,7	4,7	16,2	6,9
Wilna	54 41	22 58 w.	117	6,3	−4,6	5,7	17,6	6,5
Montreal	45 31	75 55	—	6,5	−8,1	6,8	20,6	8,4
Lead-Hills (Schottland)	55 25	6 8 w.	390	6,6	0,2	6,4	13,1	6,5
Hof (Franken) . .	50 19	9 35 ö.	487	6,6	−1,5	5,8	15,9	6,2
Tegernsee (Baiern)	47 42	9 25	735	6,6	−1,9	5,7	15,3	7,3
Fort Snelling (Mississippi)	44 53	95 28 w.	240	6,6	−9,8	8,2	21,3	7,2
Fort Howard (Michigan)	44 40	89 22	185	6,6	−7,3	5,8	20,5	6,9
Tilsit (Preussen) . .	55 4	19 33 ö.	—	6,7	−3,6	5,9	16,7	7,3
Hohenelbe (Böhmen)	50 38	13 14	458	6,7	−2,6	6,5	15,6	7,2
Hohenfurth (Oesterreich	48 37	12 —	555	6,7	−3,3	7,2	16,4	6,0
Genkingen	48 25	6 50	780	6,8	−1,6	6,8	14,8	7,1
Neu Archangelsk . .	57 3	137 38 w.	—	6,9	0,7	5,2	12,7	8,6
Wexiö (Schweden) .	56 53	12 25 ö.	146	6,9	−2,3	5,3	17,7	7,1
Braunsberg (Preussen)	54 19	17 34	—	6,9	−3,8	6,0	15,8	7,4
Dover (Nordamerika)	43 13	73 14 w.	—	6,9	−6,0	5,7	19,0	8,0
Concord (Nordamer.)	43 12	73 49	—	6,9	−5,2	6,7	18,5	7,6
Fayetteville (Nordamerika)	42 58	75 2	—	7,0	−5,6	6,0	19,0	7,9
Ullensvang (Norwegen)	60 19	4 20 ö.	—	7,2	−0,1	6,0	15,6	7,4
Lund (Schweden) .	55 42	10 51	—	7,2	−1,4	5,4	16,7	8,3
Freiberg (Sachsen) .	50 55	11 —	403	7,2	−1,7	7,2	15,9	7,5
Alford (Schottland)	57 13	5 2 w.	127	7,3	1,9	6,0	13,7	7,4
Gotha	50 57	8 23 ö.	308	7,3	−1,3	7,3	15,5	7,6
Tabor (Böhmen) . .	49 24	12 19	429	7,3	−2,7	7,3	16,9	7,7
Dunfermline (Schottland)	56 5	5 46 w.	—	7,4	2,6	6,1	12,9	7,8

Ort.	Breite.	Länge von Paris.	Höhe über dem Meere in Metern.	Mittlere Temperatur im Jahre. C.	Winter. C.	Frühling C.	Sommer. C.	Herbst. C.
Applegarth - M. (Schottland) . .	55°13′n.	5°32′w.	55	7,4	2,4	6,2	13,4	8,0
Utica (Nordamerika)	43 7	77 33	146	7,4	—4,0	6,7	19,0	8,4
Thorshavn (Norwegen)	62 2	9 6	—	7,5	4,3	5,6	12,2	8,2
Warschau	52 13	18 42 ö.	121	7,5	—2,5	7,0	17,5	8,0
Danzig	54 21	16 18	—	7,6	—1,2	6,7	16,4	8,4
Zittau	50 54	12 28	247	7,6	—1,7	7,5	16,5	8,3
Bayreuth	49 57	9 16	341	7,6	—1,3	7,9	15,9	8,0
Poln. Wartenberg .	51 19	15 21	146	7,8	—2,0	7,9	17,1	8,4
Kielce (Polen) . .	50 52	18 18	273	7,8	—1,7	7,8	16,0	8,8
Koburg	50 16	8 39	220	7,8	—0,9	7,2	17,1	8,2
Kremsmünster (Oesterreich) . .	43 3	11 48	360	7,8	—1,9	8,0	17,1	8,2
Bern	46 57	5 6	585	7,8	—0,9	7,7	15,8	8,5
Göteborg	57 41	9 36	—	7,9	—0,3	6,5	16,9	8,7
Augsburg	48 22	8 34	493	7,9	—1,7	8,3	16,6	8,2
Stromness (Orkney J.)	58 57	5 49 w.	—	8,0	4,0	6,5	12,5	9,0
Prästoe (Dänemark)	55 7	9 43 ö.	—	8,0	—0,3	6,5	16,2	9,4
Krakau	50 4	17 37	201	8,0	—3,3	6,9	19,1	8,0
Landskron (Böhmen)	49 55	14 17	331	8,0	—2,3	8,3	17,7	8,1
Kinfauns Castle (Schottland) . .	56 24	5 39 w.	45	8,1	3,3	7,4	14,1	8,7
Breslau	51 6	14 42 ö.	140	8,1	—1,0	7,2	17,3	8,1
Clunie - Manse (Schottland) . .	57 12	4 55 w.	58	8,2	—3,2	7,9	14,8	7,9
Kopenhagen . . .	55 41	10 14 ö.	—	8,2	—0,4	6,5	17,2	9,3
Stralsund	54 19	10 45	—	8,2	—0,2	7,0	16,5	9,3
Medfield (Nord-Amerika)	42 15	73 20 w.	—	8,2	—3,0	6,8	19,6	9,4
Apenrade	55 3	7 5 ö.	—	8,3	0,6	6,9	16,2	9,0
Kendal (England) .	54 17	5 6 w.	43	8,3	2,9	7,5	14,5	8,5
Alderley (England)	53 20	4 40	—	8,3	2,7	7,6	14,0	8,9
Arnstadt	50 50	8 37 ö.	292	8,3	—1,3	8,5	17,2	8,9
Fulda	50 34	7 24	273	8,3	—2,6	8,1	18,7	8,9
Carlisle	54 54	5 17 w.	—	8,4	3,0	7,5	14,2	8,7
Giengnea	48 37	7 55 ö.	481	8,4	0,0	8,9	17,0	8,0
Swinemünde . . .	53 51	11 57	—	8,5	—0,7	7,4	17,4	9,5
Dresden	51 3	11 24	121	8,5	—0,4	8,4	17,2	8,4
Jena	50 56	9 17	162	8,5	—0,7	8,9	16,5	9,1
St. Gallen	47 26	7 2	—	(8,5)	0,0	7,7	(17,2)	8,9
Edinburg	55 57	5 32 w.	88	8,6	3,6	7,6	14,4	8,9
Cuxhaven	53 53	6 24 ö.	—	8,6	0,3	7,5	17,2	9,2
Hamburg	53 33	7 38	—	8,6	0,3	8,0	17,0	8,8
Berlin	52 31	11 3	39	8,6	—0,8	8,0	17,3	8,8

Ort.	Breite.	Länge von Paris.	Höhe über dem Meere in Metern.	Mittlere Temperatur im Jahre. C.	Winter. C.	Frühling. C.	Sommer. C.	Herbst. C.
Regensburg . . .	49° 1′n.	9°46′ ö.	335	8,6	−1,4	9,4	17,9	8,7
Tübingen	48 31	6 43	331	8,6	−0,2	8,6	17,1	8,9
N. Malton (England)	54 8	3 7 w.	—	8,7	2,5	—	15,1	—
Manchester . . .	53 29	4 35	47	8,7	2,8	7,9	14,8	9,2
Andover (Nordamerika)	42 38	73 27	58	8,7	−2,9	7,2	20,6	9,6
Sagan (Schlesien) .	51 39	12 59 ö.	123	8,8	−2,6	7,0	18,2	8,2
Halle	51 31	9 37	111	8,8	0,0	8,6	17,5	9,1
Saaz (Böhmen) . .	50 20	11 13	257	8,8	−1,4	9,1	18,3	9,1
Andechs (Deutschland)	47 58	8 52	702	8,8	−1,2	8,8	18,6	9,1
Bremen	53 5	60 27	—	8,9	−0,5	8,3	17,2	9,5
München	48 9	9 14	526	8,9	−0,4	9,0	17,4	9,1
Salem (Nord-Amerika)	42 31	73 14 w.	—	8,9	−2,6	7,2	20,6	10,5
Cambridge (Nord-Amerika) . . .	42 22	73 28	—	8,9	−,28	7,4	20,7	10,1
Erfurt	50 59	8 42 ö.	209	9.0	0,6	8,5	17,3	9,5
Innsbruck	47 16	9 3	590	9,0	−1,9	10,0	18,3	9,6
Göttingen	51 32	7 36	132	9,1	0,6	—	17,6	—
Df. Wangen (Deutschland)	48 46	6 55	277	9,1	0,4	9,3	17,9	9,4
Rochester (Nord-Amerika) . . .	43 8	80 11 w.	156	9,1	−2,5	8,5	20,3	10,2
Albany (Nordamer.)	42 39	76 5	39	9,2	−3,0	8,7	20,9	9,7
Salzufflen (Deutschland)	52 5	6 25 ö.	97	9,3	1,5	8,9	17,3	9,6
Elberfeld	51 16	4 49	131	9,3	2,2	8,8	16,3?	9,7
Nicolajeff (Krimm)	46 58	29 39	—	9,3	−3,4	9,6	21,8	10,0
Boston	42 21	73 24 w.	—	9,3	−1,6	7,7	20,5	10,4
Dublin	53 23	8 41	—	9,5	4,6	8,4	15,3	9,8
Münster	51 58	5 18 ö.	63	9,5	2,2	8,7	16,8	10,1
Prag	50 5	12 6	191	9,5	−0,4	9,6	18,9	9,8
Lausanne	46 31	4 18 ö.	507	9,5	0,5	9,2	18,4	9,9
Zwanenburg (Holland)	52 15	2 0	—	9,6	2,6	8,4	16,9	10,6
Bushey Heath (England)	51 38	0 0	169	9,6	3,1	8,7	16,6	10,2
Tottenham green bei London	51 31	2 26 w.	—	9,6	3,1	9,0	16,4	10,0
Stuttgard								
N. Bedford (Nord-Amerika) . .	48 46	6 51 ö.	248	9,6	0,8	10,0	17,8	9,7
Leyden	41 38	73 16 w	—	9,6	−0,8	7,7	20,1	11,5
Cheltenham (England)	52 10	2 9 ö.	—	9,7	2,4	8,4	17,2	10,5
	51 55	4 24 w.	—	9,7	3,8	9,2	15,8	10,1

Ort.	Breite.	Länge von Paris.	Höhe über dem Meere in Metern.	Mittlere Temperatur im Jahre. C.	Winter. C.	Frühling C.	Sommer. C.	Herbst. C.
Genf	46°12′n.	3°49′ö.	396	9,7	1,2	9,5	17,9	10,2
St. Jean de Maurienne	45 18	4 4	546	9,7	0,2	10,0	18,7	9,8
Sympheropol (Krimm)	45 0	31 50	259	9,7	0,5	10,6	19,6	8,0
Council Bluffs (Nord-Amerika)	41 25	98 3 w.	244	9,7	−5,2	10,6	23,2	10,3
Frankfurt a. M.	50 7	6 21 ö.	117	9,8	1,2	9,9	18,3	10,0
Strassburg	48 35	5 25	146	9,8	1,1	10,0	18,1	10,0
Basel	47 34	5 15	253	9,8	0,4	9,8	18,4	9,7
Haarlem	52 23	2 18	—	10,0	2,8	9,2	17,0	11,0
Trier	49 46	4 18	156	10,0	1,9	10,0	17,8	10,1
Mastricht	50 51	3 21	49	10,1	1,9	10,0	18,0	11,1
Würzburg	49 48	7 36	172	10,1	1,6	10,2	18,7	9,7
Wien	48 13	14 3	156	10,1	0,2	10,5	20,3	10,3
Fort Georg (Amer.)	46 18	125 20 w.	—	10,1	3,8	9,0	15,5	12,0
Fort Wolcott (Nord-Amerika)	41 29	73 40	—	10,1	−0,1	8,4	20,6	12,2
Brüssel	50 51	2 2 ö.	58	10,2	2,5	10,1	18,2	10,2
Carlsruhe	49 1	6 5	113	10,2	1,1	10,4	18,9	10,2
Mannheim	49 29	6 8	92	10,3	1,5	10,4	19,5	9,8
Ofen	47 30	16 43	156	10,3	−0,6	10,4	21,1	10,5
London	51 31	2 26 w.	—	10,4	4,2	9,5	17,1	10,7
Lyme-Regis	50 43	5 16	—	10,4	5,5	9,2	15,2	11,6
Erasmus Hall (Nord-Amerika)	40 37	76 18	—	10,7	0,4	9,3	21,3	11,8
Paris	48 50	0 2	64	10,8	3,3	10,3	18,1	11,2
Montmorency	49 0	0 3	140	10,9	2,8	10,6	18,7	11,4
Gosport (England)	50 48	3 26	—	11,0	5,0	10,1	17,1	11,9
Plymouth	50 22	6 28	—	11,1	6,9	10,1	10,0	11,7
Penzance	50 7	7 53 w.	—	11,1	6,6	9,9	16,5	12,1
Fort Columbus (Nord-Amerika)	40 42	76 29	—	11,2	−0,1	9,9	22,5	12,6
Hobarttown (Vandiemensland)	42 45 s.	145 15 ö.	—	11,3	5,6	11,6	17,3	10,9
Germantown (Nord-Amerika)	40 3 n.	77 37 w.	62	11,3	0,0	10,3	22,8	12,1
Fort Vancouver	45 38	122 34	—	11,5	4,2	11,0	18,2	12,9
Sebastopol	44 36	31 12 ö.	49	11,5	1,8	10,2	21,7	12,6
La Rochelle	46 9	3 28 w.	—	11,6	4,2	10,6	19,4	11,5
Marietta (Nord-Amerika)	39 25	83 50	195?	11,6	0,8	12,3	21,9	11,6
Baltimore	39 17	78 58	—	11,6	0,4	10,4	23,1	12,9
Turin	45 4	5 22 ö.	279	11,7	0,8	11,7	22,0	12,1
Darjeling (Indien)	27 0	86 4	2124	12,0	5,4	12,5	16,3	13,3
Middletown (Nord-Amerika)	40 24	76 33 w.	—	12,1	2,2	11,3	21,1	13,6

Ort.	Breite.	Länge von Paris.	Höhe über dem Meere in Metern.	Mittlere Temperatur im Jahre. C.	Winter. C.	Frühling C.	Sommer. C.	Herbst. C.
Cincinnati	39° 6′n.	86°47′w.	162	12,2	0,5	12,4	22,8	12,8
Padua	45 24	9 32 ö.	—	12,5	2,8	12,1	21,9	13,0
Pavia	45 11	6 49	88	12,7	2,2	12,6	22,8	13,2
Peking	39 54	114 9	97	12,7?	−3,2?	13,5	28,1?	12,4
Washington . . .	38 53	79 22 w.	—	12,7	2,3	10,2	21,7	13,5
Mailand	45 28	6 51 ö.	146	12,8	2,1	13,0	22,7	13,2
Toulouse	43 36	0 54 w.	152	12,9	5,2	11,8	19,9	13,9
St. Louis (Missuri)	38 36	91 56	170	13,0	0,7	12,9	24,1	14,4
Triest	45 39	11 26 ö.	88	13,2	4,1	12,1	21,9	13,7
Bei Siena	43 3	9 0	325	13,4	5,2	12,4	21,7	14,0
Brescia	45 33	7 54	152	13,5	3,7	13,9	22,4	14,0
Venedig	45 26	10 0	—	13,7	3,3	12,6	22,8	13,3
Constantinopel . .	41 0	26 39	—	13,7	4,8	11,0	23,0	15,8
Bordeaux	44 50	2 55 w.	—	13,9	6,1	13,4	21,7	14,4
Mafra	38 56	11 41	228	13,9	9,6	12,7	18,2	15,1
Ootacamund(Indien)	11 55	74 30 ö.	2241	13,9	11,4	16,3	14,1	13,8
Mussouri (Indien) .	30 27	75 42	1910	14,0	5,5	15,9	19,8	14,8
Montpellier . . .	43 36	1 32	—	14,1	6,9	13,8	24,4	16,1
Marseille	43 18	3 2	45	14,1	6,9	12,9	21,4	14,7
Bologna	44 30	9 1	82	14,2	2,8	14,5	25,2	14,5
Camajore (Italien) .	43 55	8 0	—	14,2	6,7	13,6	21,9	14,8
Madrid	40 25	6 2	663	14,2	5,6	14,2	23,4	13,7
Avignon	43 57	2 28	—	14,4	5,8	13,9	23,1	14,6
Cascina (Toscana) .	43 40	8 10	—	14,6	6,8	13,7	22,5	15,1
Lucca	43 51	8 10	—	14,9	4,6	16,1	23,6	15,3
S. Fé de Bogota .	4 36	76 34 w.	2631	15,0	15,1	15,3	15,3	14,5
Toulon	43 7	3 36 ö.	—	15,1	8,6	13,3	22,3	16,3
Lohooghat (Indien)	29 23	79 56	1696	15,2	7,5	15,4	21,7	16,3
Florenz	43 47	8 55	64	15,3	6,8	14,7	24,0	15,7
Rom	41 54	10 8	53	15,4	8,1	14,1	22,9	16,5
Perpignan	42 42	0 34	53	15,5	7,2	14,4	23,9	16,2
Nizza	43 42	4 57	—	15,6	9,3	13,3	22,5	17,2
Quito	0 14 s.	81 5 w.	2914	15,6	15,4	15,7	15,6	17,5
Campo di Monte bei Neapel	40 52 n.	11 55 ö.	150	15,7	8,7	14,3	23,5	16,3
Chapel-Hill (Nord-Amerika) . . .	35 54	81 19 w.	—	15,7	5,4	15,4	25,2	16,7
Cagliari	39 13	4 6 ö.	101	16,3	10,2	14,0	22,4	18,3
Neapel	40 51	11 55	55	16,4	9,8	15,2	23,8	16,8
Lissabon	38 42	11 29 w.	72	16,4	11,3	15,5	21,7	17,0
Mexico	19 26	101 26	2271	16,6	13,0	18,1	19,1	16,2
Buenos-Ayres . .	34 37	60 44	—	16,9	11,4	15,2	22,8	18,1
Barcelona	41 22	0 9	—	17,0	10,0	15,5	24,5	17,8
Laguna (Teneriffa) .	28 30	18 39	546	17,1	13,6	15,4	20,2	18,9
Palermo	38 7	11 1 ö.	55	17,2	11,4	15,0	23,5	19,0
Constantine . . .	36 20	4 14	—	17,2	10,2	12,3	26,6	19,7

Ort.	Breite.	Länge von Paris.	Höhe über dem Meere in Metern.	Mittlere Temperatur im Jahre. C	Winter. C.	Frühling C.	Sommer. C.	Herbst. C.
Kathmandu (Indien)	27°42′n.	85°20′ö.	1413	17,3	8,4	18,4	24,3	18,2
Abbeville (Carolinen)	34 10	84 46 w.	—	17,5	8,3	18,7	26,7	16,3
Algier	36 47	0 43	—	17,8	12,4	17,2	23,6	21,4
Gibraltar	36 7	7 41	—	17,9	13,8	17,3	22,7	17,8
Nicolosi (Sicilien)	37 35	12 46 ö.	706	18,0	10,7	16,6	25,9	18,7
Canée (Candia)	35 29	21 40	—	18,0	12,4	15,6	25,2	18,9
Paramatta (Neuholland)	33 50 s.	148 50	—	18,1	12,5	19,2	23,5	18,2
Savannah (Nordamerika)	32 5 n.	83 27 w.	—	18,1	10,9	18,0	25,1	18,3
Smyrna	38 26	24 48 ö.	—	18,2	11,1	14,6	26,0	21,1
Nangasaki (Japan)	32 45	127 32	—	18,3	8,4	15,5	27,7	21,6
Natchez (Nord-Amerika)	31 34	93 45 w.	58	18,3	10,0	19,1	25,4	18,6
Funchal (Madeira)	32 38	19 15	—	18,7	16,3	17,5	21,1	19,8
Messina	38 11	13 14 ö	—	18,8	12,8	16,4	25,1	20,7
Capstadt	33 55	16 8	—	19,1	14,8	18,6	23,4	19,4
Montevideo	34 54 s.	58 33 w.	—	19,3	14,1	18,1	25,2	20,0
Smithville (Nord-Amerika)	34 0 n.	80 25	—	19,3	11,4	18,9	26,7	20,1
Neu-Orleans	29 58	92 37	—	19,4	11,8	18,9	26,5	20,4
Catanea	37 30	12 40 ö.	—	19,6	12,6	17,5	26,9	21,4
S. Georg (Bermudas)	32 20	67 10 w.	—	19,7	15,1	17,6	24,0	22,2
Baton-Rouge (Nord-Amerika)	30 26	93 25	—	19,7	11,7	20,2	27,0	19,9
Jesup bei Natchitoches	31 30	96 9	53	20,2	11,8	20,7	28,3	19,8
Tunis	36 48	7 51 ö.	—	20,3	13,2	18,3	28,3	21,9
Cant. Clinch	30 24	89 34 w.	—	20,4	12,0	21,1	28,8	20,7
F. St. Philip	29 29	91 41	—	20,8	12,4	21,4	28,3	22,6
Fernandina (Florida)	30 35	84 55	—	21,1	15,7	21,1	26,1	21,7
Canton	23 8	110 56 ö.	—	21,0	12,7	21,0	27,8	22,7
Las Palmas (Canarien)	28 0	17 51 w.	—	21,8	18,0	19,4	23,8	26,2
S. Croix de Teneriffa	28 28	18 36	—	21,9	18,1	21,3	24,9	23,4
F. King (Florida)	29 3	84 30	—	22,0	16,5	21,4	28,1	21,7
Caracas (Venezuela)	10 31	69 25	887	22,0	20,9	21,8	23,4	22,2
St. Augustine (Florida)	29 48	83 55	—	22,3	15,3	21,9	28,2	24,0
Cairo	30 2	28 55 ö.	—	22,4	14,7	22,0	29,2	23,5
Seharanpur (Indien)	29 57	75 23	308	22,4	12,2	24,8	30,0	22,4
Cant. Brooke (Florida)	27 57	84 55 w.	—	22,4	16,2	22,7	26,7	24,0
Macao	22 11	111 14 ö.	—	22,5	16,4	21,1	28,3	24,1
Kandy (Ceylon)	7 18	78 30	513	22,7	22,3	23,5	22,8	22,4

Ort.	Breite.	Länge von Paris.	Höhe über dem Meere in Metern.	Mittlere Temperatur im Jahre C.	Winter. C.	Frühling C.	Sommer. C.	Herbst. C.
Ambala (Indien) .	30°25'n.	74°25' ö.	331	22,8	13,2	25,4	30,1	22,6
Ubagoy (Cuba) . .	23 —	84 45	94	23,0	18,3	21,7	28,4	23,9
Rio Janeiro . . .	22 55 s.	45 36 w.	—	23,1	20,3	22,5	26,1	23,6
Honororu (Sandwich-I.) . . .	21 19	160 21	—	23,7	21,6	23,0	25,5	24,8
Nasirabad (Indien)	26 18n.	72 25 ö.	458	24,5	15,6	27,6	30,0	24,7
St. Louis (Senegal)	16 1	18 53w.	—	24,6	21,1	21,4	27,6	28,2
Key West (Florida)	24 34	84 13	—	24,7	21,5	24,2	27,9	25,5
Port Louis (J. Maurice)	20 10 s.	55 8 ö.	—	24,9	21,6	23,8	28,1	26,0
Poonah (Dekan) .	18 30 n.	72 —	546	24,9	21,5	26,7	26,1	25,3
Abuscheher . . .	28 15	48 34	—	25,0	16,5	23,8	33,3	26,5
Futtigurh	27 22	77 11	181	25,0	15,3	28,5	31,7	24,5
Havanna	23 9	84 43w.	—	25,0	22,6	24,6	27,4	25,6
St.Denis(J.Bourbon)	20 52 s.	53 10 ö.	43	25,0	22,6	24,9	26,7	25,6
Vera Cruz	19 12 n.	98 29w.	—	25,0	21,5	25,0	27,5	26,0
Seringapatam (Ind.)	12 45	74 21 ö.	735	25,1	22,9	28,5	24,5	24,4
Benares (Indien) .	25 19	80 35	97	25,4	16,3	30,0	29,6	24,1
Matanzas (Cuba) .	23 2	83 58w.	35	25,5	22,5	25,8	27,6	26,2
Ava	21 40	113 40 ö.	98	25,7	20,4	27,7	28,7	26,2
Calcutta	22 35	86 0	—	25,8	19,9	28,1	28,5	26,1
Bombay	18 56	70 34	—	26,0	23,2	27,2	28,1	27,5
Jamaika	17 50	79 2 w.	253	26,1	24,6	25,7	27,4	26,6
Tortola (Antillen) .	18 27	67 0	487	26,2	(25,5)	(25,2)	27,0	26,8
Kobbe (Afrika) . .	14 11	25 48 ö.	—	26,5	19,9	28,7	30,0	27,4
Paramaribo(Guyana)	5 45	57 33 w.	—	26,5	25,9	26,3	26,9	28,2
Singapore (Malacca)	1 17	101 30 ö.	—	26,5	25,9	26,9	27,1	26,7
St. Barthelemy (Antillen)	17 53	65 20 w.	—	28,6	26,1	26,6	27,4	26,4
Batavia	6 9 s.	104 33 ö.	—	26,8	26,2	26,8	27,2	27,1
Fort Dundas (Melville-J.)	11 25	127 45 w.	—	27,0	24,0	27,5	28,8	27,8
Anjarakandy(Indien)	11 40 n.	75 20 ö.	—	27,2	26,9	29,0	26,1	26,7
Christianborg(Afrik.)	5 24	2 10 w.	—	27,2	27,4	29,0	25,5	27,0
S. Luiz de Maranhao	2 31 s.	46 36	—	27,2	27,0	27,0	26,9	26,4
Cumana	10 28 n.	66 30	—	27,4	27,0	28,6	28,1	—
Trinconomale (Ceylon)	8 34	79 2	—	27,4	25,7	28,4	28,9	27,2
Guinea-Küste . . .	5 30	2 0	273	27,4	28,1	28,3	26,4	27,0
Nagpur (Indien) .	21 9	76 51 ö.	—	27,5	22,7	32,9	28,2	26,4
Madras	13 5	77 57	351	27,8	24,8	28,6	30,2	27,5
Kouka (Afrika) . .	13 10	12 10	—	28,2	23,8	32,6	29,0	27,2
Karikal (Indien) .	10 55	77 24	—	28,7	26,4	30,0	29,9	28,6
Rio-Hacha(S-Amer.)	11 28	75 20 w.	—	—	27,6	28,5	—	—
Maracaybo	11 19	76 29	—	29,0	27,8	29,5	30,4	29,5
Massaua (Abyssin.)	15 36	37 9 ö.	—	(31,0)	26,7	29,5	—	32,0

Bei näherer Betrachtung der Mahlmann'schen Tabelle sehen wir, dass am Aequator keineswegs so hohe Temperaturen herrschen, wie man gewöhnlich glaubt und nach seiner topographischen Lage erwartet. Schon P. de Bèze war zu der Ueberzeugung gelangt, als er die von ihm über Siam, Malacca und Batavia in den Jahren 1686 bis 1699 gesammelten Beobachtungen genauer untersuchte, dass die Wärme unter dem Aequator nicht höher sei, als in 14 Grad südlicher und nördlicher Breite. A. v. Humboldt fand zwischen dem Aequator und Cumana (10° 28′ n. Br.) keine progressive Abnahme der Temperatur. Nach ihm ist zwar eine Differenz vorhanden; sie ist aber äusserst gering. In seiner Arbeit über die Isothermen schätzt er die Temperatur des Aequator auf 27,°5, und hebt dabei hervor, dass $^5/_6$ der Aequatorialzone von dem Oceane und nur $^1/_6$ von festem Lande eingenommen ist. Das Mittel des oceanischen Theiles der Aequatorialzone schwankt nach ihm zwischen 26,°8 und 28°; manchmal steigt es auf 28,°7, 29,°3 und sogar, jedoch sehr selten, auf 30,°6. Aus mehreren Tausenden von Beobachtungen schloss v. Humboldt anfangs, dass die Lufttemperatur über dem Lande in der heissen Zone etwa 2,°2 höher als die des Meeres sei; aber weitere Beobachtungen haben gelehrt, dass dieser Unterschied nicht stattfindet. Die meisten seiner Temperaturmittel gehören der Meeresküste an; im Innern der Länder hat man höhere Temperaturen beobachtet, sodass Brewster die mittlere Temperatur des Aequator auf 28,°8 und Atkinson auf 29,°2 festsetzt. Die intensivste Hitze scheint im Innern von Afrika zu herrschen.

Die Magnetnadel hat uns gezeigt, dass der magnetische Aequator und die Magnetpole der Erde mit dem Erdäquator und den Polen nicht zusammentreffen; so sehen wir auch aus der Mahlmann'schen Tabelle, dass die Linien gleicher Jahrestemperatur von den geographischen Linien sehr abweichen. Deshalb hat man auch einen thermischen Aequator und Kältepole eingeführt, zwischen denen die isothermischen Linien (Linien gleicher Jahreswärme) verlaufen. In gleicher Weise hat v. Humboldt Isotheren, d. h. Linien, welche die Orte gleicher Sommerwärme verbinden, und Isochimenen, d. h. Linien, welche die Orte gleicher Winterwärme verbinden, eingeführt, und neuerdings ist Dove noch weiter gegangen, indem er die Isothermen für die einzelnen Monate berechnete und in Karten eintrug. Diese Linien folgen sehr ungleichen und zum Theil sehr auffallenden Biegungen, welche dem Geographen und Naturforscher die wichtigsten Aufschlüsse gewähren.[28])

SIEBENTES CAPITEL.

Grosse Schwankungen und Abweichungen im Gange der Temperatur.

Bei den meteorologischen Beobachtungen richtet man seine Aufmerksamkeit mehr auf die Temperaturmittel als auf die höchsten und niedrigsten Stände des Thermometers; überdies beobachtet man im Schatten und sucht das Instrument gegen jeden fremden Einfluss zu schützen. Es würde indessen nicht minder interessant sein, die Beobachtungen im Sonnenscheine und in der Nähe des Erdbodens anzustellen, weil man dadurch einen Anhalt gewinnen würde über das Maass von Wärme, welches der Mensch ohne Nachtheil aushalten kann. Im Allgemeinen ist zwischen der Temperatur im Sonnenscheine und im Schatten ein Unterschied von 6 bis 10 Grad.

Innerhalb der Tropen ist das Temperaturmittel in allen Jahreszeiten und zu allen Stunden des Tages ziemlich dasselbe. Das Charakteristische ist hier weniger ein sehr hoher, als ein sich ziemlich gleichbleibender Stand des Thermometers. Je mehr man sich jedoch von dem Aequator entfernt, ein desto merklicherer Unterschied zeigt sich in der Temperatur des Tages und der Nacht und den extremen Jahreszeiten Winter und Sommer, sowie sich auch förmliche Sprünge in Folge vom Umsetzen des Windes oder aus anderen noch unbekannten Ursachen einstellen. Am häufigsten bemerkt man diese Abweichungen von dem gewöhnlichen Gange im Innern der Continente, sodass man selbst bei gleichem Jahresmittel verschiedener Orte je nach der sich im Ganzen mehr gleichbleibenden oder in den verschiedenen Zeiten mehr von einander abweichenden Temperatur wesentlich verschiedene Klimate antrifft.

Wie unbedeutend die Thermometerschwankungen unter dem Aequator sind, zeigen v. Humboldt's Beobachtungen zu Cumana, indem daselbst das Thermometer nie über 32,°8 und unter 20,°8 ging, sodass sich nur eine Differenz von 12° herausstellte und angenommen werden kann, dass der Thermometerstand wohl nicht leicht unter 20° herabsinkt. In den heissen Gegenden ausserhalb dieser Zone erlebt man schon öfter, wenn auch nur vorübergehend, eine auffallende Kälte; zu Calcutta, Cairo, in Florida u. s. w. stellt sich z. B. bisweilen Frost ein. Parmenio zog nach der Schlacht bei Issus in Cilicien nach Damaskus, um sich der Schätze des Darius zu bemächtigen. Es war gegen die Winterszeit, und der Gouverneur der Stadt liess alles Werthvolle fortschaffen, um es verrätherischerweise dem Feldherrn des Alexander auszuliefern. Quintus Curtius erzählt nun, dass die Leute, welche die Sachen

trugen, sich in die Mäntel von Gold und Purpur hüllen mussten, weil die Kälte unerträglich war, denn es hatte sich plötzlich ein Schneewetter und Frost eingestellt. Damascus liegt bekanntlich unter 33° n. Br. am Fusse des Libanon und in einer Ebene, in welcher Orangen und Pistazien im Ferien wachsen.

In einer Abhandlung, welche Js. Geoffroy Saint-Hilaire am 5. December 1842 der pariser Academie vorlegte, findet sich nach de Castelnau's Angabe die mittlere Temperatur der Insel Key-West im Jahre 1836 zu 24,°5 verzeichnet und zwar waren im Juli 28° und im August 32°, während die niedrigste Temperatur 6,°7 im Januar gewesen war. In dem den Pflanzern so verderblichen Jahre 1835 war hier das Thermometer bis unter Null herabgegangen und die Orangen, der einzige dortige Reichthum, erfroren und gingen zu Grunde. 1839 war es wieder so kalt und der Schaden ebenso gross. Als der General Cavaignac am 1. April 1847 eine Expedition nach dem an Algier grenzenden Theil der Sahara unternahm, hatten die Soldaten mitten in dem Sandmeere viel vom Wetter zu erdulden. Man konnte so etwas um diese Jahreszeit und in dieser Breite gar nicht erwarten; denn das Thermometer, welches manchmal im Schatten über 40° stand, fiel bald darauf, wenn der Himmel sich mit Nebel überzog, unter Null, des Nachts selbst bis auf — 4°, und am Morgen des 19. April war die Wüste sogar zum allgemeinen Staunen, soweit man sehen konnte, dicht mit Schnee bedeckt. Die Soldaten waren vor Kälte ganz erstarrt, konnten sich kaum rühren und die Officiere hatten ihre Noth dieselben aus dem in solchen Fällen besonders gefährlichen Schlafe ungeachtet des Lärmens der Trommeln und Hörner bei der Reveille zu ermuntern.

Dafür dass die grössten Temperaturschwankungen in den mittleren Breiten und in den noch bewohnbaren Theilen der kalten Klimate eintreten, werden einige wenige Beispiele ausreichen. In einem Kloster zu Tong-Schu-Fu, im Norden Pekings, stand das Thermometer im Schatten 30°, aber einige Tage nachher klagte Lord Macartney über die empfindliche Kälte, die sich eingestellt hatte und die weit grösser war, als man sonst in gleicher Breite in Europa findet. Zu Paris fällt das Thermometer in jedem Winter mehrere Grade unter Null; im Sommer sieht man es jedoch nicht selten auf einer Höhe, die man sonst nur in der heissen Zone beobachtet. Am 25. Januar 1795 fiel das Thermometer bis auf — 23,°5. Im August und Juli steigt es oft auf 25 bis 30 Grad; am 8. Juli 1793 erreichte es sogar 38,°054. Der Unterschied zwischen dem Minimum und Maximum ist also 62 Grad.

Die 7000 Mann starke Expedition, welche 1839 von Seiten Russlands gegen den Khan von Khiwa ausgerüstet wurde, hatte in

der Kirghisensteppe, zwischen 46° und 51° n. Br., vom Wetter fürchterlich zu leiden. Vom 17. bis 20. December war die mittlere Temperatur — 39,°9, die höchste Kälte — 43,°7 und die geringste — 23°; vom 23. December 1839 bis 6. Januar 1840 war das Mittel — 18,°8, die höchste Kälte — 36,°2, die geringste — 11,°8. Das Quecksilber in der Thermometerkugel war 32 Stunden lang gefroren und hämmerbar. Vom 4. bis 20. Februar war das Mittel — 25,°2, die höchste Kälte — 40,°5, die geringste — 12,°5. Die Kälte war um so unerträglicher, da der Wind anhaltend heftig wehte. Neun und zwanzig Mal stellten sich die unter dem Namen Burran bekannten Schneestürme ein; von den 12800 Kameelen der Expedition kamen 12600 um; die Pferde, deren 2300 dabei waren, ertrugen das Wetter weit eher. Die Petersburger Zeitung berichtete weiter, dass die Expedition auf ihrer Rückkehr in der Mitte des Juni 1840 in derselben Steppe eine Wärme von 28,°6, manchmal sogar von 35,°7 gefunden habe; im August soll daselbst das Thermometer sogar bis 46,°2 im Schatten steigen, sodass also zwischen der höchsten und niedrigsten Temperatur eine Differenz von 89,°9 sein würde.

Die strengsten Winter auf der ganzen Erde sind wohl zu Ustjansk und Jakutzk in Sibirien. Hier in Jakutzk fällt nach Erman das Thermometer mehrere Tage auf — 53° bis — 54°; am 20. Januar 1829 stand es sogar auf — 58°; das Wintermittel ist im Allgemeinen — 38°. Man rechnet hier kaum 128 frostfreie Tage, und im Gegensatze hierzu sind die Sommer wieder sehr heiss; denn im Juli ist die mittlere Wärme zu Ustjansk 13,°7 und zu Jakutzk 20,°3; am letzteren Orte stieg das Thermometer 1825 sogar 44 Tage lang einige Stunden auf 25°. Man baut hier Weizen und Roggen, und erntet manchmal das funfzehnte Korn, ungeachtet der Boden in einer Tiefe von drei Fuss fortwährend gefroren bleibt.

Anatol Demidoff hat der pariser Academie, deren correspondirendes Mitglied er ist, Beobachtungen mitgetheilt, aus denen hervorgeht, dass im Ural ein excessives Klima herrscht, indem auf äusserst strenge Winter heisse Sommer folgen. Zu Nischnei-Taguilsk beginnt der Winter im September und Anfangs October sind schon die Gewässer gefroren; im November erreicht die Kälte ihr Maximum, manchmal — 52°. Demidoff erlebte dies und sah ein halbes Pfund Quecksilber in Zeit von 7 Minuten so fest werden, dass es geschmiedet werden konnte. Zu Vicimo-Utkinsk auf der Westseite des Ural fiel das Thermometer allein im Januar 1841 dreizehn Mal auf — 25° und acht Mal auf — 31°, während es im Juni und Juli bisweilen auf 37,°5 steigt.

Gehen wir noch weiter den Polen zu, so werden die Temperaturschwankungen minder bedeutend. Da ist gewissermassen das

Reich des ewigen Frostes und Eises, wie auf den Spitzen der hohen Berge das des ewigen Schnees. Das Sommermittel ist auf Nowaja-Semlja 4,°2, auf der Melville-Insel 2,°8, auf der Insel Igloolik 1,°7 und in der grönländischen See 1,°4. Auf Spitzbergen, in Neu-Sibirien und auf Victorialand am Südpole scheint die Kälte noch grösser zu sein, sodass diese Gegenden auch gänzlich unbewohnbar sind. Sowie die höchsten Temperaturen nicht gerade unter dem Aequator angetroffen werden, nimmt man auch die Erdpole nicht gerade als die Kältepole, d. h. als die kältesten Stellen der Erde an. Die Meere und die Winde wirken unter den Polen ermässigend auf die Kälte, wie in der heissen Zone auf die Hitze.

Wie v. Humboldt hervorhebt, zeigt sich in der Breite von Paris bei zwei auf einander folgenden Monaten nie ein 4,°7 überschreitender Temperaturzuwachs. In der Breite von Rom bis zu der von Petersburg beträgt vom März zum April, oder vom April zum Mai die Temperaturzunahme allmälig steigend 3,°7 bis 6° und zwar sind dies die beiden Monate, in denen die Zunahme ihr Maximum erreicht. Im Nordosten von Europa und Nordwesten von Asien zu Kasan und im Ural beträgt die Differenz bei zwei auf einander folgenden Monaten 10 bis 12 Grad. In Sibirien fällt die schnellste Wärmezunahme auf die Zeit vom März zum April, die schnellste Abnahme auf die vom October zum November. Der Frühling bricht hier plötzlich hervor und namentlich sind es Tulipiferen, Irideen und Rosaceen, welche ihre Pracht entfalten. Die hohe Temperatur des sibirischen Sommers könnte bei dem Gedanken an den Frost, der sich in den Morästen am Ob und Jenisei das ganze Jahr hindurch hält, überraschen, man muss jedoch nicht vergessen, welchen Einfluss die heissen Süd- und Südwestwinde, welche die Steppen Central-Asiens durchstrichen haben, ausüben.

Wenn zu Zeiten die Hitze sehr gross oder die Kälte sehr streng ist, so erstreckt sich dies, wie vielseitige Beobachtungen beweisen, nicht immer auf weit entlegene Gegenden. Im *Écho du monde savant* liest man: „Während der Winter von 1833 zu 1834 im grössten Theile Europas sehr gelind war, herrschte in ganz Nord-Amerika eine ungewöhnliche Kälte; die Staaten: Pensylvanien, New-York, New-Jersey waren hoch mit Schnee bedeckt; am Lorenzstrome und Delaware erreichte die Kälte einen ganz excessiven Grad; zu New-York, wo das Thermometer seit 44 Jahren nicht unter — 16 Grad gefallen war, ging es bis auf — 23° herab. Das Wasser in den Brunnen gefror mehrere Fuss dick und Menschen und Thiere starben auf den Strassen eines plötzlichen Todes.“ Im Januar 1842 waren Algier und die Ebene von Metidja, das südliche Europa, die Huerta von Valencia mit ihren Orangenwäldern mit Schnee bedeckt, während in Frankreich der Winter äusserst milde war und häufig Süd-

winde wehten, und selbst in Russland und Schweden eine so gelinde Witterung herrschte, dass man in St. Petersburg im December die Schlüsselblumen (*Primula veris*) im Freien blühend fand, und im Januar aus Stockholm schrieb: „Der spanische Flieder treibt und schlägt aus und allenthalben werden im Freien gepflückte Stiefmütterchen (*Viola tricolor*) zum Verkauf ausgeboten."

Solche Abweichungen von dem gewöhnlichen Gange der Temperatur zeigen sich bisweilen in Ländern, die gar nicht weit von einander liegen. 1841 war z. B. in Paris der Winter sehr gelinde und während in ganz Frankreich das Thermometer fast durchweg mehrere Grade über Null stand, herrschte in England eine sehr strenge Kälte, sodass man in London auf den gefrorenen Gewässern der Parks Schlittschuhe lief. Man erklärt diese Erscheinungen durch entgegengesetzte Luftströmungen, die bisweilen an nicht weit von einander entfernten Gegenden wehen. Als 1839 zu Lyon plötzlich Nordwind eintrat, nachdem vorher angenehme Südwinde geherrscht hatten, sprach sich Fournier dahin aus, dass der kalte Wind nur in den untern Schichten der Atmosphäre vorhanden sei, und dass man in höheren Regionen eine mildere Temperatur finden werde. Erkundigungen, die man von höher gelegenen Orten einzog, bestätigten diese Ansicht, und im weitern Verfolg ergab sich sogar, dass unter Umständen drei verschiedene Luftströme über einander sein können, von denen der mittlere kälter, als der über und unter ihm liegende, ist. Zur Erklärung der Fälle, wo ganze Länder eine ganze Jahreszeit hindurch von strenger, ungewöhnlicher Kälte heimgesucht werden, dürfte dies indessen nicht ausreichend sein. [29])

ACHTES CAPITEL.

Fälle sehr grosser Hitze und Kälte.

Haben wir in den vorhergehenden Capiteln eine ziemlich grosse Anzahl von Beispielen, aus denen die Temperaturextreme an verschiedenen Orten der Erde hervorgehen, angeführt, so wollen wir nun noch der Vollständigkeit wegen hinzufügen, wie hoch in manchen Gegenden die Hitze und die Kälte steigen kann, um die Besorgnisse zu beseitigen, welche, wenn man ausnahmsweise so etwas erleben sollte, sich einstellen möchten. Dass solche excessive Temperaturen nicht ganz ohne Gefahr sind, lässt sich freilich nicht läugnen.

Unter dem Aequator nicht nur, sondern selbst ausserhalb der Tropen steigt das Thermometer oft über 30 Grad. Zu Tunis hat

man im August 30,°3 als mittlere Temperatur erlebt; ebenso zu St. Louis am Senegal im September 30,°8; zu Kouka in Afrika im April 33,°7; zu Massowah in Abyssinien im September 33,°8; zu Abuscheher in Persien im Juli 34,°3; zu Futtigurh in Indien im Juni 35°; zu Nagpur in Indien im Mai 35,°7; zu Madras im Mai 35,°7. Da dies die Monatsmittel sind, so versteht sich von selbst, dass an manchen Tagen und Stunden weit höhere Temperaturen gewesen sein müssen, 40,45 und wohl gar 50 Grad, wie dies z. B. zu Pondichery, im Gebiete von Dongola, in Nubien, am Senegal wirklich beobachtet worden ist. Coutelle sah das Thermometer zu Cairo auf 42,°2 und zu Philoe in Aegypten auf 43,°1 stehen; Beauchamp zu Bassora in Mesopotamien auf 45,°3; Burkhardt zu Esne in Aegypten auf 47,°4. Ritchie erzählt gar, dass er zu Murzuk in Fezzan (26° n. Br.) das Thermometer oft im Schatten auf 56,°2 habe steigen sehen.

Dass in Tauris bisweilen eine excessive Hitze herrscht, dafür spricht Folgendes. Abbas Mirza hatte 1817 den russischen Gesandten eingeladen, auf einem Landhause zwei Tagereisen von Tauris seinen Aufenthalt zu nehmen, weil es da nicht so heiss sei. Es war dies das Schloss Udgani. Kotzebue erzählt nun, dass anfangs Juni das Thermometer nicht über 29 Grad im Schatten gestiegen sei. Nach Robert*) sind in Abyssinien manchmal 60 Grad; an der Küste des rothen Meeres sollen im Schatten und bei bedecktem Himmel sogar 65 Grad gewesen sein.

Nach Schouw erreicht in Italien die Hitze manchmal 33° zu Nizza; 45,°6 zu Verona; 36,°9 zu Turin; 37,°5 zu Pavia; 38° zu Rom; 38,°1 zu Lucca; 38,°3 zu Catanea; 39,°1 zu Cagliari; 39,°4 zu Pisa und 39,°7 zu Palermo. Vom 16. bis 18 Juli 1841 war in Folge des Sirocco zu Neapel eine erstickende Hitze: am 17. stand das Thermometer $2^1/_2$ Uhr Nachmittags im Schatten und zwar auf der Nordseite auf 38,°7 und in der Sonne auf 50°.

1844 stieg in den Ebenen von Theben und einigen griechischen Städten Mitte Juli die Hitze auf 41°; in Algerien sogar mehrmals auf 45 und sogar auf 48°. Im Lager von Aïn-Babouche in der Provinz Constantine soll das frei in der Sonne hängende Thermometer im Sommer 58° gezeigt haben. Die französische Armee, welche Ende Juli 1844 an der Grenze von Marocco lagerte, hatte eine ungeheuere Hitze auszuhalten; während der Schlacht von Isly am 15. August waren 47° im Schatten und 61° in der Sonne.

Im Sommer 1852 war an mehreren Orten Europas eine ganz ungewöhnliche Hitze. Zu London stieg das Thermometer am 10. Juli auf 35° und am 12. auf 41° im Schatten; am 6. Juli zeigte es zu

*) *Académie des sciences*, 29. *mars* 1841.

Rennes 34° im Schatten und Tags darauf 47° in der Sonne; am 22. bei einem siroccoartigen Winde zu Montpellier 40°. Zu Paris war die Hitze weniger intensiv, aber anhaltend: vom 4. Juli ab zeigte das Thermometer 29,°5, stieg am 6. auf 32° und blieb vom 9. bis zum 15. im Steigen, wo es an der Nordseite und im Schatten 34° und an einigen Stellen sogar 35° erreichte. Eine solche Temperatur hat man zu Paris bereits mehrmals erlebt, ohne dass man nachtheilige Folgen davon gespürt hätte, z. B. 1753, 1806, 1808, 1825 und 1826; am 19 Juli 1825 stand das Thermometer auf 36,°3. Die heissesten Tage, von denen man in Paris weiss, waren der 16. August und 8. Juli 1793, nämlich 37,°3 an jenem und 38,°4 an diesem Tage. Die eben angeführten Angaben sind mit frei in der Luft hängenden und gegen die von dem Boden oder den benachbarten Mauern reflectirten Strahlen geschützten Thermometern gewonnen worden, was wir ausdrücklich hervorheben, weil sonst ein viel höherer Stand gefunden worden wäre, wie dies z. B. Pouillet beobachtete, der in einem kleinen Garten bei absichtlicher Vernachlässigung dieser Vorsichtsmassregeln 65° erhielt.

Solche aussergewöhnliche Hitzegrade üben auf das Jahresmittel nicht immer einen Einfluss aus, weil sie selten anhalten und eine mehr oder weniger intensive Kälte folgt oder vorangegangen ist. 1842 fiel z. B. das Thermometer am 20. Januar auf — 19° und stieg am 18. August auf 37,°2, sodass in diesem Jahre in Paris ein Temperaturwechsel von 56° stattfand. Das sogenannte Kometenjahr 1811 hatte eine mittlere Temperatur von 11,°97 statt 10,°74, ungeachtet das Thermometer nicht über 31° gestiegen war; aber es wurde sehr früh warm und die Wärme hielt lange an. Die Jahresmittel weichen in Paris im Allgemeinen etwa um einen halben Grad von einander ab; als Normalmittel gilt 10,°74. Das höchste Jahresmittel in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts lieferte das Jahr 1806, nämlich 12,°8; das niedrigste 1829, nämlich 9,°39.

Beispiele von solcher tropischen Hitze finden wir nicht etwa blos in den gemässigten Klimaten, sondern noch jenseits des 60. Breitengrades in Gegenden nahe an dem Polarkreise. Die mittlere Temperatur des Juli ist zu Kasan 18,°4, zu St. Petersburg 16,°9, zu Jakutzk (62° n. Br.) 20,°3. Stritter beobachtete zu Moskau 32°; Euler zu St. Petersburg 33°,4; Ronnow zu Stockholm 34,°4. Zu Nischnei-Kolimsk jenseits des Polarkreises stieg das Thermometer am 13. Juni 1821 auf 23°, während es am vorhergehenden 20. Januar bis auf — 50° herabgefallen war.

Gehen wir auf frühere Jahrhunderte zurück, so finden wir mehrfache Nachrichten von Sommern, die sich durch ihre ungemeine Hitze oder durch ihre verheerende Dürre ausgezeichnet haben. In den Chroniken liest man oft von ausgetrockneten Quellen und

Flüssen, von durch die Hitze versengten Getreidefeldern, von Hungersnoth und Epidemien, welche auf so heisse Zeiten folgten, und von Tausenden von Menschen, welche vor Durst verschmachteten; aber gewiss muss man in solchen Fällen die Schilderung wenigstens zum Theil für übertrieben halten und Manches in Abrechnung bringen. Seit den genauen Beobachtungen von la Hire, Cassini, Réaumur hat man mehrere durch ihre drückende Hitze ausgezeichnete Sommer verzeichnet; aber daraus muss man eben folgern, dass die alten Chronisten übertrieben haben. Damit soll jedoch keineswegs gesagt sein, dass eine intensive und anhaltende Hitze ohne alle Nachwirkung sei; sie kann auf die Erndte unter Umständen günstig, aber eben so auch nachtheilig einwirken, und der Gesundheit, wie die Erfahrung zeigt, schädlich werden. Zu Calcutta starben in neuester Zeit (1853?), in Zeit von zwei Tagen im Juni 1100 Menschen in Folge der Trockenheit und brennenden Hitze; in den Vereinigten Staaten Nordamerikas sterben jährlich viele von den Leuten, welche im Freien arbeiten, eines plötzlichen Todes in Folge der Hitze. Am 22. Juni 1853 erlagen allein zu New-York 24 Personen dem Sonnenstiche, und auch in den benachbarten Orten waren mehrere Fälle vorgekommen. Der 7. Juli 1853 war für die belgische Armee ein Schreckenstag. Zwei Bataillone des 3. Chasseurregiments zu Fuss marschirten von Beverloo nach Hasselt; gegen Mittag wurde die Hitze unerträglich und über die Hälfte der Soldaten blieb vor Erschöpfung und Durst am Wege liegen; 11 erlagen, 22 brachte man in das Hospital von Hasselt und diese litten an starken Congestionen nach dem Gehirne. Das 8. Linienregiment, welches im besten Zustande von Namur ausrückte, hatte nicht weniger als das Chasseurregiment zu erdulden. Von der 13. Batterie fielen bei der Ankunft im Lager von Beverloo 5 Artilleristen vom Schlag. Die Soldaten sollen von den schrecklichen Leiden in förmliche Raserei gefallen sein. Hätten die Officiere nicht alles Mögliche gethan, um die Anstrengungen zu vermindern, wer weiss, wie gross dann die Anzahl der Opfer gewesen wäre.

So gross auch das Unheil, welches eine grosse Hitze herbeiführen kann, sein mag, so ist es doch mit den Folgen einer excessiven Kälte gar nicht zu vergleichen, wie auch aus den Beispielen, welche wir hier anführen werden, hervorgehen wird. Dass fast das ganze Jahr hindurch in den Pollarregionen der Winter mit seiner Strenge herrscht, haben wir schon erwähnt; hier möge eine Tabelle Platz finden, welche die grössesten Kältegrade, die man beobachtet hat, enthält. Das Thermometer fiel

zu Montreal (45 n. Br.) . . . auf — 37,^{0}0 C. (Annal. de chim.)
auf der Winter-Insel (66^{0}11′) . . „ — 38, 6 C. (Parry)

zu Moskau (55°45′)	auf	— 38, 8 C.	(Stritter)
„ Bangor (Nord-Amerika 45°) .	„	— 40, 0	(Ann. de chim.)
„ Cumberland-House (54°) .	„	— 42, 2	(Franklin)
auf der Insel Igloolik (69°20′) .	„	— 42, 8	(Parry)
in der Kirghisen-Steppe (46°) .	„	— 43, 7	(v. Humboldt)
auf der Melville-Insel (74°50′) .	„	— 47, 0	(Parry)
im Fort Entreprise (64°30′) .	„	— 49, 7	(Franklin)
zu Nischnei-Kolimsk (Sibirien 68° 3′53″)	„	— 50, 5	(v. Wrangel)
zu Port Elisabeth (69°59′) . .	„	— 50, 8	(Ross)
„ Nischnei-Taguilsk (Ural 57°54′)	„	— 52, 0	(Demidoff)
im Forst Reliance (62°46′) . .	„	— 56, 7	(Bach)
zu Krasnojark (Sibirien 55°) .	„	— 62, 0	(Pallas)
„ Tomsk (Sibirien 56°29′, 1735)	„	— 64, 6	Gmelin.
„ Kirinsk (1738, 57°47′) . .	„	— 80, 0	Gmelin.
„ Jemisseisk (1735, 58°27′) .	„	— 85, 0	Gmelin.

Die letzten Angaben sind wohl, ungeachtet Gmelin sonst Vertrauen verdient, mit Vorbehalt anzunehmen, da es zweifelhaft erscheint, ob die Thermometer in Ordnung gewesen sind. Unmöglich wäre eine solche Kälte, wie Pallas und Gmelin angeben, freilich nicht, ja es möchte selbst hier und da die Kälte noch bedeutender sein können, da nach Pouillet die Temperatur des Weltenraums — 140° betragen soll. Die eine zur Aufsuchung J. Franklin's ausgesandte Expedition hat im Wellington-Sunde 60° erlebt. Ungeachtet der strengsten Winterkälte sind die sibirischen Küsten des Eismeeres bewohnt und Tungusen, Lamuten, Tschuwaschen, Jukagiren u. a. halten sich da auf; ebenso leben auf der Insel Igloolik und an den Grönländischen Küsten ziemlich zahlreiche Eskimostämme und mehrere Thierarten. Wir sehen also, dass eine Kälte von 40, 50 und selbst von 60 Grad noch ohne grossen Nachtheil ausgehalten werden kann; nehmen wir nun hinzu, dass andererseits in den heissen Gegenden Afrikas das Thermometer bisweilen auf 65° steigt, so ergiebt sich, dass der Mensch in Gegenden leben kann, deren Temperaturdifferenz die Differenz des Eisschmelzepunktes und des Siedepunktes des Wassers übertrifft.

Auch in anderen Gegenden, als den eben angeführten, und in den Polen weniger nahe gelegenen Zonen hat man excessive Kältegrade gefunden. Die französische Commission erlebte zu Bosekop in Lappland (69°58′ n. Br.) — 23,°5 als niedrigste Temperatur. Zu Cambridge (Massachusets) hat das Thermometer schon auf — 24,°4 gestanden, zu Washington auf — 26,°6, zu Stockholm auf — 26,°9, zu St. Petersburg auf — 34°, zu Wang (Norwegen) im Januar 1850 sogar unter 40°. Das Quecksilber war im letzten Falle gefroren,

und wer ohne gehörigen Schutz sich der freien Luft aussetzte, konnte es nicht aushalten.

Zu Paris ist die mittlere Wintertemperatur 3,°3, gleichwohl hat man am 20. Januar 1838 das Thermometer bis auf — 19 ° und 1795 sogar bis auf — 23,°5 herabgehen sehen. Erst seit Anfang des 18. Jahrhunderts hat man genaue Thermometerbeobachtungen. Folgende Liste enthält nun ein Verzeichniss der strengsten Winter zu Paris, wobei wir noch bemerken, dass die Seine daselbst zufriert, wenn die Kälte anhaltend wenigstens — 9 ° beträgt. Das Thermometer fiel

1709	auf — 23,°1 C.	1776	auf — 19,°1 C.
1716	„ — 18, 7 „	1783	„ — 19, 0 „
1729	„ — 15, 3 „	1788	„ — 22, 3 „
1742	„ — 17, 0 „	1795	„ — 23, 5 „
1747	„ — 13, 6 „	1798	„ — 17, 6 „
1748	„ — 15, 3 „	1820	„ — 14, 3 „
1754	„ — 14, 1 „	1825	„ — 14, 6 „
1755	„ — 15, 6 „	1830	„ — 16, 3 „
1767	„ — 15, 3 „	1836	„ — 18, 0 „
1768	„ — 17, 1 „	1838	„ — 19, 0 „
1771	„ — 13, 6 „	1840	„ — 17, 0 „

Auch in mehreren Wintern, die in vorstehender Tabelle nicht aufgeführt sind, fror die Seine zu, z. B. 1776 25 Tage lang und 1783 69 Tage lang. Ausserdem sind geschichtlich viele Winter durch die strenge Kälte bekannt, bei welcher grosse Flüsse, ganze Seen und Meeresarme dick mit Eis bedeckt waren. So erzählt Strabo, dass ein Feldherr des Mithridates der Reiterei der Barbaren auf dem Palus Mäotis ein Treffen lieferte. Bei Plinius steht, dass der Cimmerische Bosphorus, die heutige Strasse von Jenikale, welche das schwarze Meer und das asow'sche Meer verbindet, öfter zufriere. Unter der Regierung Nero's (58 n. Chr.) war, als Corbulo Domitius sich zu dem Feldzuge gegen die Armenier rüstete, eine solche Kälte, dass die Soldaten ihre Glieder erfroren und mehrere sogar auf ihrem Posten starben. Von einem Soldaten, der eine Faschine trug, erzählt man, dass ihm die Hände so sehr gefroren gewesen seien, dass sie von den Armen abbrachen und an dem Bündel hängen blieben. Im Jahre 400 soll das schwarze Meer ganz und gar zugefroren gewesen sein; dasselbe fand 763 statt, sodass man über die Strasse der Dardanellen hinweg gehen konnte.

822 fuhr man mehrere Monate lang mit Wagen auf der Seine; 860 war das jonische Meer gefroren; 566 blieb der Schnee 5 Monate liegen und die Thiere kamen in Menge um; 1133, 1408, 1543 und 1544 gefror der Wein in den Kellern und man schlug mit dem

Beile Stücken ab; 1305 und 1364 waren in Frankreich alle Flüsse gefroren und auf der Rhone hatte das Eis stellenweis 15 Fuss Dicke; 1589 fuhr man zu Tarascon mit Kutschen und Frachtwagen über die Rhone; der Oberst Alfons ging mehrmals mit Kanonen darüber und der Marschal von Montmorency that dasselbe mit einer Compagnie Gensdarmen. Das adratische Meer war im December 1621 und Januar 1622 gefroren. 1709 waren nicht blos die Flüsse gefroren, sondern an der Normandie, bei Cette und Marseille auch weithin das Meer; das bereits bestellte Getreide erfror, die meisten Fruchtbäume gingen aus; täglich fand man erfrorene Leute auf der Strasse und zu all diesem Ungemach kam noch der grösste Mangel, sodass Ludwig XIV. sein Tafelgeschirr verkaufte, um den Unglücklichen zu Hülfe zu kommen, und Madame de Maintenon sich selbst mit Haferbrod begnügte. 1740 war die Themse vollständig gefroren und während man zu St. Petersburg den Eispalast baute, in welchem man eine ganze Nacht hindurch tanzte, bauten die Engländer auf der Themse eine Küche aus Eis, in welcher man einen ganzen Ochsen am Spiesse briet. 1766 hatte man zu Viviers 32 und zu Montpellier 37 Tage lang Eis; viele Arme starben vor Kälte, sodass Ludwig XVI. dem Volke die Küchen im Palais von Versailles öffnen liess und Befehl gab, auf den Strassen von Paris grosse Feuer anzuzünden. In dem sehr strengen Winter von 1784 liess Ludwig XVI. wieder Feuer auf den Strassen anzünden und viele Almosen unter die Armen vertheilen, weshalb das Volk aus Dankbarkeit auf dem Place du Trône eine Schneefigur errichtete, welche im Gesichte dem Könige ähnelte. Im Winter von 1788 zu 1789 konnte man zu Fuss über die Rhone und die meisten Flüsse Frankreichs gehen; alle französischen Häfen waren durch Eismassen gesperrt und an der Küste der Normandie reichte das Eis über eine Meile weit. 1795 hielt der Frost 42 Tage hintereinander an und am 25. Januar fiel das Thermometer bis auf — 23,°05. Obgleich der Winter von 1820 nicht sehr lang war, trat doch plötzlich vom 7. bis 9. Januar eine strenge Kälte ein, die in der Provence bis auf — 15,°6 und zu Marseille sogar bis auf — 17,°5 stieg, sodass der Weinstock, namentlich aber die Oliven- und Orangenbäume grossen Schaden litten.

Dass es in unseren Breiten Winter giebt, in denen der Rhein, die Themse, die Seine, die Rhone, der Hafen von Marseille und selbst das adriatische Meer gefrieren, kann uns allerdings überraschen, aber so etwas geschieht doch immer einigemal in jedem Jahrhunderte. Weit auffallender ist jedenfalls, dass 829 unter der Regierung des Kalifen Al-Mahmud, wie der durch seine genaue Beschreibung Aegyptens bekannte arabische Arzt und Geschichtschreiber Abd-Allatif berichtet, der Nil vollständig zugefroren sein solle.

Leider haben wir hierüber nur dies eine Zeugniss, und es wird also erlaubt sein, einige Zweifel darüber zu hegen, wenngleich unser Gewährsmann versichert, es mit eigenen Augen gesehen zu haben.[30])

NEUNTES CAPITEL.

Temperaturdifferenzen in beiden Hemisphären.

Die südliche Hemisphäre der Erde enthält verhältnissmässig wenig Land; denn der Theil Afrikas zwischen dem Aequator und dem Vorgebirge der guten Hoffnung, Neuholland, Süd-Amerika, die Inseln im atlantischen und die des stillen Oceans machen zusammen etwa ein Fünftel des Landes der nördlichen Hemisphäre aus. Aus den bisherigen Temperaturbeobachtungen in diesen Ländern geht soviel hervor, dass bis zu 45 Grad der Breite in ihnen die Temperatur keineswegs niedriger ist, als in gleichen Breiten der nördlichen Hemisphäre; auch im Thier- und Pflanzenreiche zeigt sich kein wesentlicher Unterschied, allenfalls in grösseren Entfernungen vom Aequator möchte sich ein solcher geltend machen.

Das am 13. December 1642 von dem Holländer Tasman entdeckte Neu-Seeland liegt im südlichen Theile des stillen Oceans unter 34 bis 48 Grad s. Br.; die Bewohner der dem Aequator näheren nördlichen Insel sind Antipoden von den Spaniern und der Breite nach liegen die pyrenäische Halbinsel, Italien und das südliche Frankreich entsprechend auf der nördlichen Halbkugel. Schon Cook sagte, dass, ungeachtet der die Inseln durchziehenden hohen mit ewigem Schnee bedeckten Gebirge, die Winter daselbst milder, als in England und die Sommerwärme gleichmässiger zu sein scheine; wenigstens spreche die dortige Vegetation dafür. Der grösste Theil der Insel ist bewachsen; die Wälder sind bedeutend und liefern das schönste Bauholz; ausserdem findet sich der Papier-Maulbeerbaum (*Morus papyrifera*), Yamswurzel, Kartoffel und köstlicher Palmkohl. Der Boden ist fruchtbar, das Klima dem italienischen höchst ähnlich und alle europäischen Pflanzen, Getreidearten und Früchte können daselbst fortkommen.*)

Zu Montevideo (34° s. Br.) ist die mittlere Temperatur 19,°3, und zu Buenos-Ayres (34° 37′ s. Br) 16,°9; also nicht niedriger als zu Gibraltar und Algier oder als zu Neu-Orleans, was dem Aequator

*) J. de Blosseville stimmt Cook vollständig bei und liefert überdies noch manches Interessante über die Bewohner des südlichen Theiles von Neu-Seeland. (*Nouvelles annales des voyages*).[31])

sogar näher liegt. Bougainville hat namentlich das Klima von Montevideo als äusserst verführerisch geschildert. Die Vegetation daselbst und die Krankheiten, welche dort herrschen stimmen mit den klimatischen Verhältnissen; plötzliche Temperaturwechsel sind nicht selten; die Schwindsucht ist zwar nicht ein allgemein verbreitetes Uebel, fordert aber doch manches Opfer; die daran Leidenden pflegt man in die gebirgigen Gegenden Brasiliens, in denen eine mehr gleichmässige Temperatur herrscht, zu schicken. Die hier ziemlich häufigen Fälle von Starrkrampf bei Verwundungen und chirurgischen Operationen schreibt man ebenfalls den plötzlich eintretenden Temperaturveränderungen zu. *)

Chili, welches sich von 25° bis 44° s. Br. erstreckt, hat in dem Theile seiner am stillen Ocean gelegenen Küste, welcher sich nahe beim Wendekreise befindet, eine zwar sehr starke Hitze, aber die gewöhnlichen Seebrisen wirken herabstimmend auf dieselbe; vom Ende April bis in den September fällt viel Regen. Das Land ist äusserst fruchtbar, ungeheuere Wälder von rothen Cedern, Lorbeerbäumen, Cocosbäumen u. dergl. finden sich und überhaupt völlig tropische Vegetation. Ganze Schwärme von Papageien, Colibris und prächtigen Insekten sieht man da; nur weiter nach Süden sind die Verhältnisse andere. Das Klima von Valparaiso wird immer als Muster eines gemässigten Klimas angeführt: die Hitze erreicht dort nie ein Uebermaass und andererseits fällt das Thermometer auch nie unter Null herab. Die Luft ist fast immer klar und merkwürdig rein. Alle europäischen Gewächse gedeihen da aufs Beste. Auf der anderen Strecke des stillen Oceans finden wir vom 23. bis 42. Grade n. Br. das in neuester Zeit so bekannt gewordene Californien. Schon im Anfange des 18. Jahrhunderts schilderte P. Picolo das dortige Klima als äusserst gesund und das Land von unendlicher Fruchtbarkeit; aber ungeachtet seiner dem Aequator genäherteren Lage hat Californien doch keine höhere Temperatur als Chili.

Aus diesen wenigen Beispielen geht entschieden hervor, dass unter übrigens gleichen Umständen die vom Aequator bis zu dem 45. Breitengrade liegenden Länder der südlichen Hemisphäre durchaus nicht kälter sind, als die in gleicher Breite liegenden der nördlichen.

Vom 40. Grade südwärts finden wir auf der südlichen Hemisphäre nur Patagonien und einige Inseln; sonst ist allenthalben Meer. Seit der Entdeckung Patagoniens durch Magelhaen im Jahre 1519

*) Nach der Beschreibung der Laplata-Staaten von dem englischen Generalconsul Parish ist der Nordwind zu Buenos-Ayres dem Sirocco zu vergleichen, und nach officiellen statistischen Untersuchungen kommen gerade bei seinem Eintreten die meisten Mordthaten vor.

haben fast alle grossen Seefahrer, als Byron, Wallis, Dumont d'Urville etc., welche dort gewesen sind, sich dahin ausgesprochen, dass dies Land sehr kalt, regnerisch, nicht sehr fruchtbar, waldig sei und nur von einigen nicht sehr zahlreichen und in den dürftigsten Verhältnissen lebenden Stämmen bewohnt werde. Auf der Südseite der Magelhaens-Strasse, im Port Famine im Osten Feuerlands (53° 38′ s. Br.) beträgt die mittlere Jahrestemperatur nicht mehr als 5 Grad, also weniger als das von Christiania und Stockholm, die auf der nördlichen Hemisphäre unter 59° 21′ und 59° 54′ liegen. [32])

Nach Forster's Erzählung sind die Berge und Küsten von Neu- oder Süd-Georgien (50° 30′ s. Br.) selbst im höchsten Sommer bis an die Meeresküste mit Schnee bedeckt und nur an einzelnen der Wirkung der Sonne vorzugsweise ausgesetzten Stellen schmilzt der Schnee bisweilen, so dass da der Boden frei wird. Er fand an der Küste nur zwei Pflanzen: *Ancistrum decumbens* und *Dactylis glomerata*. Weddel und besonders Byron haben diese Angaben jedoch für übertrieben erklärt. Der Letztere welcher am 27. December, also im höchsten Sommer, in Port Famine Anker geworfen hatte, fand zu seiner angenehmen Ueberraschung an dem Ufer des Flusses Sedger grosse und herrliche Bäume, deren Wuchs man sich nicht schöner denken könne, und die sich ganz vorzüglich zu Mastbäumen selbst auf grossen Schiffen eignen würden. Einige dieser Bäume hatten über 8 Fuss Durchmesser, also über 24 Fuss Umfang und 4 Mann, die sich an den Händen anfassten, konnten sie nicht umspannen. Ausser diesen schönen Bäumen wird man ungeachtet des strengen Klimas noch durch die Anwesenheit einer grossen Menge von Papageien und von anderen buntgefiederten Vögeln erfreut. Ferner findet man da noch Selleri, Löffelkraut (*Cochlearia*), essbare Früchte und noch manche andere Vegetabilien in Menge. [33])

Wie rauh das Klima von Feuerland (52° 50′ s. Br.) ist, geht aus folgendem Auszuge aus Cook's Reiseberichte hervor: Am 16. Januar 1769 waren Banks und Solander in das Innere der Insel gegangen, um Pflanzen zu suchen. Sie hatten in Begleitung mehrerer Leute der Schiffsbesatzung einen ziemlich hohen Berg bestiegen, als auf einmal das bis dahin schöne Wetter — es war etwa so, wie bei uns im Mai — umschlug, neblig und kalt wurde und nach einigen heftigen Windstössen sich ein Schneegestöber einstellte. Es war Abends 8 Uhr, als man sich von dem Berge auf den Rückzug begab, und noch waren alle, obgleich sie von der Kälte zu leiden hatten, munter und guter Dinge. Solander, welcher in den skandinavischen Gebirgen gereist war, und die Gefahren des Erfrierens kannte, beschwor seine Gefährten, ja nicht still zu stehen, so sauer es ihnen auch werden möchte; denn wer sich niedersetze, schlafe

ein, und wer einschlafe, wache nicht wieder auf. Man ging wacker weiter; aber Solander war der erste, welcher die Schlafsucht, gegen die er eben noch seine Gefährten gewarnt hatte, nicht bekämpfen konnte und verlangte, man möge ihn ausruhen lassen. Banks machte ihm vergeblich Vorstellungen; er hatte sich schon auf die Erde in den Schnee geworfen und nur mit aller Anstrengung konnte man ihn munter erhalten. Richmond, einer von Banks Negern, blieb ebenfalls zurück alles Flehens ungeachtet. Sagte man ihm, dass er sterben müsse, wenn er ausruhe, so antwortete er, er verlange nichts weiter als auszuruhen und zu sterben. Solander willigte endlich ein weiter zu gehen, nur einen einzigen Augenblick möge man ihm Schlaf gönnen, wiewohl er selbst noch kurz vorher seine Gefährten davor gewarnt hatte. Es half alles nichts; beide legten sich nieder und verfielen bald in einen festen Schlaf. Zum grossen Glücke kamen einige, die vorausgeschickt worden waren, mit der Nachricht zurück, dass in einiger Entfernung ein Feuer zu sehen wäre. Solander liess sich ermuntern, aber, wiewohl er höchstens 5 Minuten geschlafen hatte, konnte er doch kaum gehen; seine Gefährten führten ihn und brachten ihn mit der grössten Anstrengung bis zu dem Feuer. Richmond zu ermuntern war unmöglich; man liess zwei Leute bei ihm, die man bald durch zwei andere ablösen wollte, sobald diese sich erholt hätten. Die beiden Zurückbleibenden hatten eine Flasche mit Rum bei sich und glaubten nichts besseres, um sich und Richmond munter zu erhalten, thun zu können, als tüchtig davon zu trinken. Der eine von diesen dreien kam wirklich, aber halb todt zu seinen Gefährten; die beiden anderen jedoch schliefen, nachdem sie eine Zeit lang herumgeirrt waren, ein. Ihnen beizustehen und sie zu holen, war vergeblich; die Nacht war dunkel und der Schnee fiel in Massen. Am anderen Morgen fand man sie todt; einige andere brachte man, allerdings in einem sehr üblen Zustande, noch glücklich auf das Schiff.

Gewiss ist das eben erzählte Ereigniss ein Beweis für das rauhe Klima vom Feuerlande, wenn man bedenkt, dass daselbst der 21. December der längste Tag ist, und man also am 16. Januar mitten im Sommer war. In Norwegen und Lappland kennt man um diese Jahreszeit an einem nicht eben hochgelegenen Orte ein so excessives Wetter gar nicht, und doch liegt das Cap Horn nur unter 55° 53′ s. Br. Auf seiner zweiten Reise gelangte Cook bis zum südlichen Polarkreise; später will Weddel das Meer bis zum 74. Grade offen gefunden haben; im November 1840 steuerte J. Ross, nachdem er mit dem Erebus und Terror die Auckland-Insel besucht hatte, auf die Campbell-Insel los und landete auch daselbst; dann nahm er Cours nach dem Südpole, überschritt am 1. Januar 1841 den südlichen Polarkreis, entdeckte am 11. das Victorialand und fuhr an

demselben entlang bis zum 78. Grade. Das Thermometer stand da auf — 20 Grad.

Andere Seefahrer, welche Weddel und Ross an Unternehmungsgeist vielleicht nicht nachstehen, haben in den hohen Breiten des antarktischen Oceans unüberwindbare Hindernisse getroffen. Als Cook von Neu-Georgien mitten im Sommer nach Sandwich-Land segelte, gerieth er in einen dichten Seenebel und eine grosse Zahl von Eisbergen hemmte seine Fahrt. Die Inselgruppe, welche er Sandwich-Land oder südliches Thule nannte, liegt in 59° s. Br., also dem Pole nicht so nahe wie Bergen und St. Petersburg, gleichwohl ist sie nichts als eine Schnee- und Eismasse, so dass man nicht einmal Amphibien dort findet, die man doch auf Süd-Georgien sieht. Cook war der Ansicht, dass am Südpol ein grosses Festland sei, an dessen Küsten sich die Eismassen bildeten, die auf der Südsee in solcher Menge vorkommen; die Richtung, aus welcher diese Eismassen kamen, schien ihm für diese Annahme zu sprechen. Er meinte aber, dieser südliche Continent sei innerhalb des südlichen Polarkreises und wegen der Eismassen werde man nie hingelangen; ja er fügt hinzu, dass schwerlich Jemand weiter als er vordringen werde, und die südlichen Länder würden deshalb nie entdeckt werden.

Bereits im 8. Capitel des zweiten Abschnittes haben wir gesehen, dass Dumont d'Urville nicht über den 64. Grad s. Br. vordringen konnte. Das nördliche Eismeer bleibt hingegen bis zu viel höheren Breiten offen und beschiffbar. Spitzbergen, welches mitten in dem nördlichen Eismeere liegt, ist der dem Pole nächste Punkt festen Landes, vom 74. bis 80., vielleicht bis zum 81. Grad n. Br. sich erstreckend, und wird doch jedes Jahr von einer ziemlichen Anzahl von Schiffen des Wallfischfanges und der Wallrossjagd wegen besucht. Die Engländer behaupten, Spitzbergen sei 1553 von Willughby entdeckt, der mit einer Flotte in das nördliche Eismeer geschickt war, um einen Seeweg nach China zu suchen; aber in der Regel schreibt man die Ehre dieser Entdeckung Barentz zu. Auf seiner dritten Reise in das Eismeer zur Auffindung einer östlichen Durchfahrt (9. Juni 1596) soll er die Entdeckung gemacht haben; bald darauf starb er aber auf Novaja-Semlja, wo er auch begraben ist.

Seit Barentz findet man der Wallrossjagd und des Robbenschlages wegen jedes Jahr fast von allen Nationen Schiffe in den Gewässern von Spitzbergen. Ein norwegisches Schiff tödtete in einer einzigen Campagne daselbst 677 Wallrosse, 3 Eisbären und 30 blaue Füchse. Sollte man es wohl glauben, dass von 1614 bis 1617 England, Holland, Dänemark, Spanien und Frankreich Kriegsschiffe nach Spitzbergen geschickt haben, um die Frage wegen der Herrschaft über das nördliche Eismeer und des Besitzes dieser ein-

samen und armseligen Insel durch die Sprache der Kanonen zu lösen! Durch einen Vertrag wurde schliesslich der Antheil der Einzelnen festgesetzt. 1797 sollen allein in dem holländischen Districte von 188 Fahrzeugen in ganz kurzer Zeit 1960 Wallfische gefangen worden sein.

Diese Insel, welche aus schwarzen und zerrissenen Felsen, aus zerklüfteten Bergen und kantigen mit Schnee und Eis bedeckten Spitzen besteht, wurde von Willughby Ost-Grönland genannt, erhielt aber durch Barentz den bezeichnenden Namen Spitzbergen. Ihr Anblick soll schauerlich sein. Sie ist nicht bewohnt, auch gar nicht bewohnbar; gleichwohl haben Archangeler Kaufleute in North-Bank längere Zeit eine russische Colonie gehabt. Zerstreute Menschenknochen und einige Grabsteine, auf die man an der Küste stösst, sind die einzigen Spuren davon, dass wenigstens ab und zu Menschen hier gewesen sind. Ein Russe soll 7 Winter daselbst zugebracht haben; ein norwegisches Schiff zwei Jahre dort eingeschlossen gewesen sein. Im Jahre 1633 blieben 7 Holländer den Winter über dort; andere Matrosen, welche es ebenfalls wagen wollten, kamen fast alle, da sie an Scorbut schrecklich zu leiden hatten, jämmerlich um. Eine Anzahl Russen, deren Schiff vom Eise zertrümmert worden war, hielt jedoch 6 Jahre lang aus. Sie hatten sich einen Bogen gemacht, zu dem ihnen ein Bär die Sehne geliefert hatte; mit diesem gingen sie auf die Jagd, und die erlegten Rennthiere, Füchse und selbst Bären assen sie roh, um sich dadurch gegen den Scorbut zu schützen. Ein russisches Schiff brachte sie endlich nach Archangel.

Auf Spitzbergen findet man etwas Moos, einige Schösslinge von Ranunkeln, dünne Stöcke von Löffelkraut, weissen Mohn, Steinbrech (*Saxifraga*), Flechten etc. Das Thierreich ist stärker vertreten: die Seemöve, der Sturmvogel, die niedliche Seeschwalbe, blaue und weisse Füchse, Bären und selbst Rennthiere trifft man dort an. Das Meer wird in dieser Gegend gewöhnlich Anfangs Juli offen und bleibt es bis gegen Mitte August, und dies ist dann die Zeit des Wallfischfanges. Glaubwürdige Leute haben Buffon erzählt, dass ein englischer Capitain Monson anstatt an den nördlichen Küsten Asiens entlang zu fahren, um nach China zu kommen, seinen Cours gegen den Pol genommen habe; er sei demselben bis auf 2 Grad nahe gekommen und habe dort ein völlig offenes Meer gefunden.[34]) Buffon hält dies für gar nicht unwahrscheinlich, weil sich das Eis an den Küsten, aber nicht auf hohem Meere bilde, und deshalb scheint es ihm am gerathensten, wenn man durch das nördliche Eismeer nach Japan und China gehen wolle, den Cours nach dem Pole zu nehmen und soweit wie möglich nordwärts zu steuern, weil man dort nur wenig oder gar kein Eis antreffen würde... Nach der Versicherung

eines Holländers werden an die Küsten von Korea und Japan von Zeit zu Zeit Wallfische getrieben, in deren Rücken englische und holländische Harpunen stecken. Ein anderer Holländer will sogar an dem Pole gewesen sein und es da so warm, wie im Sommer zu Amsterdam gefunden haben. Buffon erzählt ausserdem noch, dass zwei holländische Schiffe, weil sie an der Insel Edges keine Wallfische angetroffen hätten, weiter nach Norden gegangen und ohne auf Eis zu stossen bis zu dem 89. Grade gekommen seien.

Barentz, van Vear und Hermskerck waren davon fest überzeugt, dass man in der Nähe des Nordpoles ein offenes Meer finden würde; sie waren bis zum 80. Grade vorgedrungen, überwinterten unter dem 76. Grade, und wenn das Schiff etwas früher aus dem Eise gekommen wäre, hätten sie — daran zweifelten sie keinen Augenblick — den Pol erreichen müssen. Am 21. Juli 1838 landete das französische Schiff La Recherche auf Spitzbergen ohne unterwegs Eisschollen angetroffen zu haben. Das Thermometer stand mehrmals auf — 1 Grad; die bereits seit drei Monaten fortwährend über dem Horizonte stehende Sonne schien in auffallend mattem Lichte, und bei eintretendem Seenebel war oft gar nichts von ihr zu sehen.

Man weiss indessen auch von heiteren Tagen mitten im nördlichen Eismeere. So erzählt Marmier, als sich das eben genannte Schiff zwischen der Bäreninsel und Spitzbergen befand: „Am 26 Juli war die Luft rein und klar; kein Nebel war zu sehen, kein Lüftchen regte sich; das Meer war spiegelglatt und mit perlmutterartig glänzenden Medusen wie besäet; der blaue Himmel wölbte sich über unseren Häuptern, nur hier und da zeigte sich etwas schwaches Gewölk wie Schneeflocken, so dass wir uns verwundert fragten, ob denn etwa eine Fee uns unter einen mittäglichen Himmel gezaubert habe. Wir waren damals im 76. Grade n. Br. Um Mitternacht stand die Sonne noch 5^0 26′ über dem Horizonte und liess auf die Meereswogen einen langen gold- und silberartigen Lichtstreifen fallen.“*)

Diese Einzelheiten schienen uns durchaus nothwendig, um den Beweis zu liefern, dass die südliche Hemisphäre in der That kälter ist als unter denselben Breiten die nördliche.[33]) Nach Duperrey soll die Differenz allerdings nur einen einzigen Grad betragen; aber man muss nicht vergessen, dass die Thermometerbeobachtungen, welche hier allein den Ausschlag geben können, in noch nicht ausreichender Menge vorliegen. So viel steht jedenfalls fest, dass die Südsee in Breiten und zu Zeiten nicht schiffbar ist, wo man auf der nördlichen Halbkugel stets offenes Meer findet. In jedem Jahre geht das eine oder das andere Schiff in die Gewässer von Spitzbergen, also bis 80^0 n. Br., während es nur hier und da einem tollkühnen Seefah-

*) *Lettres sur le Nord.* t. II. p. 258.

fahrer durch besonderes Glück gelungen ist, in der Südsee bis zum 78. Grade vorzudringen. Sollte also wohl eine Temperaturdifferenz von nur einem Grade zwischen beiden Hemisphären ausreichend sein, die Bildung der Eisberge zu erklären, welche der Schifffahrt eine undurchdringbare Schranke setzen? Dies möchte nicht leicht Jemand behaupten; wir unsererseits sind überzeugt, dass die Temperaturdifferenz zwischen dem südlichen und nördlichen Eismeere mehrere Grade betragen müsse.

Diese aussergewöhnliche Kälte hat man aus der in der südlichen Hemisphäre befindlichen grossen Wassermasse ableiten wollen; allein dann müsste es gerade umgekehrt sein, weil es feststeht, dass die Kälte durch die Nähe des Meeres ermässigt wird. Buffon nimmt daher an, dass am Südpole eine beträchtliche Landmasse sein müsse, die er auf mehr als den vierten Theil der ganzen Erdoberfläche anschlägt, und räth den Seefahrern, welche auf diese Entdeckung ausgehen wollen, den gewöhnlichen Weg zu verlassen und von dem Vorgebirge der guten Hoffnung oder von der Küste Chilis aus vorzudringen.

Nach Kämtz[35]) rührt die niedrige Temperatur der südlichen Hemisphäre in höheren Breiten von ihrer eigenthümlichen Gestaltung her: „In der nördlichen Halbkugel wird das Wasser der Aequatorialströme in beiden Meeren durch die Westwinde nach höheren Breiten getrieben und trägt dadurch soviel zur Erhöhung der Temperatur bei. Ganz anders ist es in der südlichen Halbkugel. Der Strom des indischen Meeres bewegt sich um das Vorgebirge der guten Hoffnung nach Norden, kann also nicht dazu beitragen, höhere Breiten zu erwärmen. Der Aequatorialstrom des atlantischen Meeres theilt sich bei Brasilien, geht zum Theil in den mexicanischen Meerbusen, zum Theil nach Süden, scheint aber schon zurückgetrieben zu werden, ehe er das Cap Horn erreicht.“ Duperrey widerspricht dem jedoch und behauptet, dass wirklich ein solcher Strom vorhanden sei und zwar an der Westküste Südamerikas entlang gehe und sich dann durch die Magelhaensstrasse wende.

Andere haben den Grund für die niedrige Temperatur der südlichen Hemisphäre in der beträchtlicheren Wärmeausstrahlung gesucht, oder auch in den Eismassen selbst, welche die dortigen Meere bedecken, insofern zu der Zeit, wo sie flüssig werden, durch die sich bildenden Dünste eine grosse Menge von Wärme in die Atmosphäre fortgeführt werde. Ferner hat man, und wohl nicht ganz mit Unrecht, darauf hingewiesen, dass die Sonne im Zeichen des Steinbockes nicht so lange, als in dem des Krebses verweile, weshalb der südliche Sommer ungefähr 7 Tage und 46 Minuten kürzer sei als der nördliche; allein es ist hierbei wieder in Anschlag zu bringen, dass die grössere Nähe der Sonne zur Zeit des Sommers auf der süd-

lichen Hemisphäre dies wohl zum Theil compensirt. Die Sonne steht nämlich bei ihrer grössten südlichen Declination der Erde um etwa eine halbe Million Meilen näher, und man könnte hieraus für die südliche Halbkugel sogar auf eine um mehrere Grade höhere Temperatur als für die nördliche schliessen.

Erinnern wir uns des oben angegebenen Resultates, zu welchem Pouillet bei seiner Bestimmung der Wärme, welche die Erde der Sonne verdankt, gelangte, dass diese nämlich in einem Jahre eine die ganze Erde umgebende Eisschicht von 30,89 Metern Dicke zu schmelzen im Stande wäre, so können wir uns eine ungefähre Idee von der Temperatur machen, wenn die Einwirkung der Sonne nicht statt fände. Sie würde wenigstens auf — 50 bis — 60 Grad herabsinken; Pouillet kommt sogar auf — 142 Grad. Da nun in der Sonne das Thermometer bis auf 60^0 steigt, so würde hiernach die stattfindende oder nicht stattfindende Einwirkung der Sonne einen Temperaturunterschied von ungefähr 200 Grad ausmachen.

Um diesen Einfluss der Sonnennähe oder Sonnenferne auf die Temperatur noch klarer zu erfassen, dürfte es auch rathsam sein, der Ansichten zu gedenken, welche man über die auf anderen Planeten herrschenden Temperaturen aufgestellt hat. Nach Newton ist auf dem Merkur das Sonnenlicht und die Sonnenwärme siebenmal intensiver als auf der Erde mitten im Sommer. Von dem etwa 104 Millionen Meilen von der Sonne abstehenden Jupiter meinte Buffon, dass er seiner geringen Dichte wegen in Glühhitze stehen müsse. Da jedoch von ihm aus die Sonne nur unter einem Winkel von noch nicht 6 Minuten und in ihrer Grösse etwa 27mal kleiner als von der Erde aus erscheint, so könnte das Sonnenlicht und die Sonnenwärme dort, wenn wir die Atmosphäre der der Erde gleich setzen, doch nur den 27. Theil von dem betragen, was der Erde zukommt. Bei dem Saturn, der 200 Millionen Meilen von der Sonne absteht, würde die Sonnenwirkung hundertmal kleiner als bei uns sein. Unter denselben Umständen würde die Erde, wenn sie an der Stelle des Kometen von 1680, der in seiner Sonnennähe von der Sonnenoberfläche nur um den sechsten Theil eines Sonnendurchmessers abstand, gewesen wäre, 27556mal stärker, als zur Zeit des Sommersolstitiums erwärmt werden, also 2000mal heisser als rothglühendes Eisen gewesen sein. Platin oder Diamant würden sich in solcher Hitze verflüchtigen; wollte man nun dergleichen Rechnungen ohne Weiteres für begründet annehmen, was hätte dann aus der so ungemein dünnen Masse des Kometen von 1680 werden müssen?

Die Einwirkung der Sonne auf die Körper richtet sich jedenfalls nach ihrer Natur und wird für verschiedene Körper verschieden ausfallen; nur bei demselben Körper würde man die verschiedenen Entfernungen von der Sonne in der angegebenen

Weise in Rechnung nehmen dürfen. Dann würde sich aber für die südliche Hemisphäre der Erde während des Sommers bei ihrer um mehr als eine halbe Million Meilen grösseren Sonnennähe eine höhere Temperatur herausstellen, als man in der That findet. Dieser Widerspruch zwischen Theorie und Erfahrung scheint also sogar dafür zu sprechen, dass die erwärmende Wirkung der Sonne auf die Planeten nicht einmal mit dem Sonnenabstande in einem so einfachen Verhältnisse steht. Es kommen hier mithin noch andere Agentien in Betracht, vielleicht die Elektricität, bei welcher ein Unterschied von mehreren Millionen Meilen, die sie mehr zu durchlaufen hat, keinen merklichen Kraftverlust zur Folge zu haben scheint.

Ist die Temperatur der südlichen Halbkugel wirklich niedriger als die der nördlichen und zwar so bedeutend, wie es die dort angehäuften ungeheueren Eismassen wahrscheinlich machen, so liegt uns hierin noch ein Problem vor, dessen Lösung erst in der Zukunft zu erwarten steht.

ZEHNTES CAPITEL.

Betrachtungen über die verschiedenen Regionen der Erde.

Linné schildert in den Prolegomenen zu seiner lappländischen Flora die Vegetationsverhältnisse der verschiedenen Länder der Erde in der ihm eigenthümlichen ausgezeichneten präcisen Weise: „In den heissesten Gegenden der Erde ist die Familie der Palmen vorwaltend; in der Tropenzone finden sich mit Früchten beladene Pflanzen in grosser Zahl; die südlichen Gegenden Europas haben einen grossen Reichthum an allerhand Pflanzen; die Niederlande und Dänemark sind bedeckt mit Gramineen, Schweden mit Moosen, und Lappland, das kälteste aller bewohnten Länder, mit bleichen Algen und frostigen Flechten, namentlich mit den letzteren.“

Unter den Tropen, wo Tag und Nacht von gleicher Länge sind, der Aufgang und Untergang der Sonne nicht von der Morgenröthe und der Abenddämmerung eingeleitet werden, die zauberischen Reize unbekannt sind, mit welchen der Wechsel der Jahreszeiten in unseren Gegenden namentlich im Frühlinge und Herbste verbunden zu sein pflegt, entwickelt sich die zeugende Kraft der Natur in einer solchen Grossartigkeit, dass alle anderen Länder der Erde dagegen in den Hintergrund treten. A. von Humboldt (Kosmos I. S. 8) sagt: „Darf ich mich der eigenen Erinnerung grosser Naturscenen überlassen, so gedenke ich des Oceans, wenn in der Milde tropischer

Nächte das Himmelsgewölbe sein planetarisches, nicht funkelndes Sternenlicht über die sanftwogende Wellenfläche ergiesst; oder der Waldthäler der Cordilleren, wo mit kräftigem Triebe hohe Palmenstämme das düstere Laubdach durchbrechen und als Säulengänge hervorragen, „„ein Wald über dem Walde““; oder des Pics von Teneriffa, wenn horizontale Wolkenschichten den Aschenkegel von der unteren Erdfläche trennen, und plötzlich durch eine Oeffnung, die der aufsteigende Luftstrom bildet, der Blick von dem Rande des Kraters sich auf die weinbekränzten Hügel von Orotava und die Hesperidengärten der Küste hinabsenkt.“

Der französische Handels- und Ackerbau-Minister sprach sich 1849 in einer Denkschrift über den auswärtigen Handel folgendermassen aus: „Kein Land der Erde ist so produktenreich, als Peru. Allenthalben findet man ungeheuere Wälder, die sich an den höchsten Bergen weit hinauf ziehen und Bäume von einer Höhe und Stärke enthalten, wie man in Europa nirgends antrifft. Unter den Bäumen zeichnet sich besonders der Kreuzbaum (*Crux*) aus, der das schönste Möbelholz liefert: die aus ihm geschnittenen Bretter sind wunderschön leopardartig gefleckt, kastanienbraun auf safranfarbigem Grunde. Bei jedem Schritte stösst man auf die verschiedenartigsten Früchte: Cacao, Kaffee, Vanille, allerdings nur vereinzelt, aber in ziemlicher Menge wildwachsend; Weihrauch, Gummi, Drachenblut quellen von selbst aus den Bäumen; Fieberrinde findet man in grosser Menge, wenn sie auch der von Calisaya an Güte nicht gleich kommt. Selbst der wilde Cacao und Kaffee sind von ausgezeichneter Güte. Was würden diese Gegenden erst liefern, wenn sie gehörig bewirthschaftet würden!“

„Die zahlreichen wilden Volksstämme in diesem ungeheueren Gebiete sind fast durchweg gastfrei. Ungemein ergiebige Gold- und Silberminen sollen dort sein; sicher ist, dass Missionäre mehrere Goldkörner nach Huanmo geschickt haben, die sie beim Waschen des Sandes eines mitten in diesen Urwäldern ziemlich vereinzelt stehenden Berges gefunden hatten. Diese Goldproben, von denen einige Stücke gegen 6 Pfund gewogen haben sollen, kamen in die Hände des Vicekönigs Pezuela, der sie dem madrider Museum schickte, wo sie sich noch befinden.“

Um ein vollständiges Bild von dem unerschöpflichen Naturreichthum der Tropenländer zu geben, müsste man alle Reiseberichte zu Rathe ziehen. Da würden wir die milde, von allen nur möglichen Wohlgerüchen duftende Luft Brasiliens erwähnt finden; Schmetterlinge von der Grösse der Vögel, und Vögel so farbenprächtig wie Schmetterlinge; ganze Schwärme von Colibris und grossen Morphos mit ihren blauschillernden Flügeln; [36]) Tausende von Leuchtkäfern auf Kräutern und Bäumen, deren phosphorisches Licht dem Reisenden

das Bild einer aufs Prächtigste illuminirten Stadt vorzaubert. Auf den Bäumen und Sträuchern findet man, wie Cook sagt, eine unendliche Menge von Vögeln, namentlich Colibris, mit dem herrlichsten Gefieder, die schönsten Insekten, namentlich die prächtigsten Schmetterlinge. Gerade die wildesten Partien sind mit den schönsten Blumen angefüllt; die Bergwerke liefern Gold, Diamanten, Amethyste und mehrere Arten von Topasen in Menge. Verlässt man das flache Land und steigt in die Gebirge, so werden die Nächte kälter, so dass man bisweilen selbst eine dünne Eisschicht erlebt. Diese klimatische Veränderung hat auch eine solche in der Pflanzen- und Thierwelt zur Folge, selbst die Schmetterlinge werden anders, sind minder gross und ihre Farben sind nicht mehr so reich.

In Amerika, Asien, Afrika würden wir von der Tropenzone immer dieselbe Grossartigkeit, dieselbe Pracht und dieselben Wunder zu erzählen haben. Die Inseln, die minder heiss sind und mehr Abwechselung darbieten, haben eigentlich ein noch angenehmeres Klima und ihre Fruchtbarkeit und Ertragfähigkeit ist nicht minder gross. Wir erwähnen nur Cuba, Martinique, Guadeloupe, Bourbon, die Malediven, Celebes etc. Bougainville vergleicht Tahiti mit dem Elysium. Cook sagt: „Da findet man kein einziges lästiges Thier; weder Mücken, noch Fliegen umschwärmen uns und vor keinem Insektenstiche brauchen wir uns zu fürchten.... Der Mond, der sich mit seinem Silberlichte in der spiegelnden Fläche des Oceans badete, zeigte uns einmal eine Landschaft, dass wir glaubten, sie sei von einer Fée hingezaubert.“ Von dem Archipel der Freundschaftsinseln, jenen Inseln, die in mehr als 150 an Zahl, in kleinen Entfernungen wie reizende Gärten im stillen Oceane liegen, spricht er mit dem grössten Enthusiasmus.

Sollte man in diesen Gegenden, welche ein Himmelshauch zu durchwehen scheint, wo alle Naturerzeugnisse Zeugniss von der überschwänglichen Fruchtbarkeit der Erde ablegen, wo sich so viele grosse und starke Thiergeschlechter finden, nun auch noch von dem Menschen sprechen? Hier ist allerdings Alles herrlich, Alles wundervoll; leider macht er allein eine Ausnahme. Umgeben von einer in jeder Beziehung bevorzugten Natur steht er allein auf einer niedrigen Stufe. Unter dem entnervenden Einflusse des Tropenklimas hat er seine wahre Natur verloren; die Denkkraft, Erkenntnissfähigkeit, Einbildungskraft haben abgenommen, so dass man kaum noch das Ebenbild Gottes erkennt. Auf Vandiemensland unter dem schönsten Klima von der Welt und wo der Boden alles, was zum Leben nöthig, in reichem Maasse hervorzubringen fähig ist, findet man nur einen höchst unwissenden und jämmerlichen Menschenschlag, und solcher Beispiele könnten wir noch viele aufzählen.

Ausserhalb der eigentlichen Tropengegenden findet man auch

noch wärmere Klimate mit weniger schroffen Uebergängen der einzelnen Jahreszeiten; wir erinnern nur an Italien, Sicilien, Griechenland, die Azoren, Madeira, die canarischen Inseln, Aegypten, die kleinasiatischen Inseln und Küsten etc. Aeltere und neuere Dichter sind von Bewunderung begeistert worden. Neapel mit seinen Umgebungen, Constantinopel, Trapezunt und andere Orte des Orients sind mit ihren Reizen allbekannt. Dort ist alles göttlich, sagt Byron, ausgenommen der Mensch in seinem Charakter. Wer Neapel gesehen hat, kann ruhig sterben, ist fast sprichwörtlich geworden.

Die industriellen Völker, bei welchen die Civilisation die meisten Fortschritte gemacht hat, bewohnen die gemässigten Gegenden der Erde. Es zeigt der Mensch, was er leisten kann, hier nicht nur durch den Ertrag, welchen er dem Boden abzugewinnen, nicht nur durch die Zahl der Thiere, welche er zu zähmen gewusst hat, sondern noch mehr durch die Herrschaft, welche er über die Kräfte der Natur ausübt, und durch seine geistigen Forschungen überhaupt. In mehreren dieser Länder tritt zwar zeitweise eine tropische Hitze ein, in anderen eine Strenge des Winters, die zu den excessiven Kältegraden gehört; aber selbst in den letzteren hat der Mensch seine Thatkraft bewährt, der stiefmütterlichen Natur abgewonnen, was sich nur abgewinnen liess, und sich da auf künstlichem Wege, wenn auch nicht ein vollständig milderes Klima geschaffen, doch die natürliche Ungunst überwunden. Der durch die Industrie der Bewohner tragbar gemachte Boden hat sich dann aber auch dankbar bewiesen und die schrecklichen Sorgen und Zeiten, in welchen die wilden Völker durch Hunger hingerafft werden, verscheucht. Wie gross ist nicht schon der Reichthum, die Menge, die Verschiedenartigkeit der vegetabilischen Früchte und Erzeugnisse, welche der Mensch theils der Freigebigkeit der Natur, theils seiner industriellen Thätigkeit verdankt, und noch fortwährend gelingt es, diese Schätze durch die Acclimatisirung einer Pflanze oder durch die Zähmung oder Einführung eines nützlichen Thieres zu vermehren! Die Uebermacht Europas beruht nicht etwa blos auf seinen staatlichen Einrichtungen und der geistigen Begabung seiner Bewohner, sondern auch auf seinem gemässigten Klima. Neu-Seeland mit seinem dem südlichen Europa ähnlichen Klima ist hierfür ein schlagendes Beispiel. Der fruchtbare Boden bringt alle europäischen Gewächse und Früchte hervor; Weizen, Mais, Kartoffel, Tabake, Oliven und Wein; schiffbare Flüsse, reiche Minen von Kohlen, Kupfer u. dergl. kommen zu diesen vegetabilischen Schätzen noch hinzu, und was sehen wir? Die Bevölkerung dieser Inseln ist die zahlreichste und intelligenteste von ganz Oceanien.

Die Versuche, die europäischen Gewächse und Früchte in den Tropengegenden einzuführen, die in neuester Zeit namentlich ein

intelligenter Kolonist Marsh auf seiner Niederlassung in Brasilien angestellt hat, sind fehlgeschlagen. Die Pfirsich verlor ihren angenehmen Duft und köstlichen Geschmack, die Traube ihren Liebreiz. Der Apfel schien noch am ersten zu gedeihen; aber schliesslich wurde er ganz grob und unschmackhaft. Das Getreide wurde nicht reif; mit Ausnahme der Bohne und Kartoffel arteten alle Pflanzen aus. Die Früchte, welche innerhalb der Tropen gewonnen werden, die Bananen, Cassuvien, Acajunüsse (Elephantenläuse), Ananas werden zwar sehr geschätzt, aber einen Vergleich mit unseren Pfirsichen, Birnen und Trauben halten sie nicht aus. Ebenso kommt das Mehl des Maniok, welches in den Tropenländern an Stelle unseres Weizens gebraucht wird, diesem durchaus nicht gleich. [37])

Wollte man bestreiten, dass allenthalben, wo Menschen sind, auch Vernunft vorhanden sei, so würde man mit der göttlichen Weisheit in Widerspruch gerathen; gleichwohl wird man zugeben müssen, dass nicht in allen Klimaten dieser göttliche Funke in den Menschen in gleicher Kraft glimmt und in gleicher Stärke zur Flamme auflodert. Schon Plato hob das Klima Griechenlands, welches zwischen dem Froste des Winters und der Hitze des Sommers die Mitte hält, als besonders günstig für die geistige Entwickelung hervor, und in der That nimmt auch Griechenland nach dem Oriente, der Wiege der Civilisation, die nächste Stelle ein. Ein schönes Klima, ein fruchtbarer Boden reicht jedoch, wie dasselbe Griechenland in der neueren Zeit zeigt, nicht aus, einen selbst intelligenten Menschenschlag zu dem Range einer grossen Nation zu erheben, und Hippokrates hat insofern Recht, dass es auf dem geistigen Gebiete ebenso ist, wie bei der Cultur der Pflanzen. Unsere Natur vergleicht er mit dem Boden der Pflanzen; der Unterricht des Lehrers ist das ausgestreute Saamenkorn; das erste Lernen in der Jugend steht in Parallele mit der Zeit, wo das Saamenkorn dem Schoosse der Erde anvertraut werden muss; die günstigen Verhältnisse beim Unterrichte sind mit den atmosphärischen Zuständen zu vergleichen, welche das Gedeihen der Pflanze fördern; der anhaltende Fleiss des Lernenden ist dasselbe, wie eine tüchtige Bodencultur: die Zeit endlich thut bei Beiden noch das Beste, um eine vollständige Reife zu Stande zu bringen.

Auch Seneca sagte schon, dass die Weltherrschaft fast immer in den Händen der Völker gelegen habe, welche gemässigte Gegenden bewohnen; bei denen, welche mehr nordwärts in den kälteren Klimaten wohnten, finde man ein rauhes Wesen, gewissermassen ein Abbild ihres Himmels.*) Erheben sich diese einmal, wie es Europa

*) *Fere itaque imperia pene eos fuere populos qui mitiore coelo utuntur; in frigora septentrionemque vergentibus immansueta ingenia sunt, ut ait poeta: .... Suoque simillima coelo. De ira* II. 16.

im Mittelalter erlebt hat, so hausen sie verwüstend, wie die ärgsten Stürme, aber auch nur vorübergehend wie diese, denn immer ist die Civilisation aus der Zerstörung wieder erstanden, wie auch die Natur nach Katastrophen wie in verjüngter Kraft zu neuem Leben erwacht.

Die kalten Länder sind unter einander wesentlich verschieden. In dem einen, z. B. in Dänemark, Schweden und Russland, wechseln strenge Winter und heisse Sommer mit einander ab; der Boden erzeugt reichlich alle die Gewächse, welche zum Unterhalte der zahlreichen Bewohnerschaft nöthig sind; das rauhe Klima macht den Menschenschlag stark und kräftig. In den anderen, z. B. in Grönland, Island, Lappland, Norwegen und im grössten Theile Sibiriens sind die Winter noch strenger und anhaltender; der Sommer ist zu kurz und wird überdies noch öfter durch plötzlich eintretende Temperaturerniedrigungen unterbrochen, so dass auf dem Boden, auch wenn er an sich fruchtbar wäre, doch nicht viel gebaut werden kann. Einige der dort lebenden Völker leben noch von Rennthierzucht; die meisten aber von der Jagd und dem Fischfange; Hungersnoth und Scorbut raffen sie in gleicher Weise, wie das strenge Klima weg; mehrere Volksstämme sind bereits untergegangen; nur wenige halten sich, ohne eben an Zahl zuzunehmen. Man könnte sagen, dass im Oriente und unter den Tropen der Mensch durch die Grossartigkeit der Natur erdrückt werde, nicht einmal einen Kampf mit ihr eingehe, weil er seine Unmacht ihr gegenüber erkenne; dass er in den gemässigten Klimaten zum Bewusstsein seiner Kraft komme, die Natur sich ihm füge und dem menschlichen Willen gehorsam werde, so dass beide vereint — ähnlich wie der Mensch und das von ihm gezähmte Ross — zu Stande bringen, was sie einzeln nicht vermocht hätten; dass endlich das rauhe und strenge Klima den Menschen, der da schon die äussersten Anstrengungen machen muss, um nur sein materielles Leben zu fristen, gar nicht zum Kampfe einlade und dass sich da gar kein Schauplatz für seine Thätigkeit eröffne, wenigstens kein seine geistige Entwickelung fördernder.

Sibirien ist unter den letzteren Ländern das bekannteste oder berüchtigtste. Schon bei blosser Nennung des Namens stellen sich unwillkürlich die Gedanken nicht nur an die Eis- und Schneemassen, welche das Land fast immer bedecken, sondern auch an die Leiden der dorthin Verbannten ein. Das Gemälde auszuführen dürfte hier nicht nöthig sein, da genugsam Gelegenheit sich in geographischen Werken und Reisebeschreibungen bietet. [38]).

Nach einer alten Sage soll Sibirien einst an den Ufern der Kolima von einem Volke bewohnt gewesen sein, dessen Feuer (Feuerstätten) zahlreicher als die Sterne am Himmel waren. An den Ufern der Indigirka trifft man in der That auch Reste von grösseren Bauten

und umfangreiche Grabstätten. Die Omoks sollen dies Volk gewesen sein. Es fragt sich nun, ob in früheren Zeiten die klimatischen Verhältnisse dieser Gegenden von den jetzigen wesentlich verschieden waren, und wenn dies der Fall gewesen ist, wodurch die Veränderung herbeigeführt wurde, ob durch eine Aenderung in der Lage der Erdpole, ob durch Abkühlung der Erde, oder auf andere Weise. Dies zu untersuchen, behalten wir uns für den letzten und folgenden Abschnitt dieses Werkes vor.

Anmerkungen des Uebersetzers zum vierten Abschnitte.

Erstes Capitel.

1) Galilei's: „Und sie bewegt sich doch!" ist allgemein bekannt, weniger das Urtheil des heiligen Officium der Inquisition gegen denselben und der Schwur, welchen er ableisten musste. Es möge Beides hier eine Stelle finden.

Urtheil des heiligen Officium der Inquisition gegen Galilei.

Wir sagen, verkünden, erkennen und erklären, dass Du, Galilei durch die in dem Process ermittelten und von Dir eingestandenen Thatsachen Dich in den Augen dieses heiligen Officiums im höchsten Grade der Ketzerei verdächtig gemacht hast, nämlich eine Lehre geglaubt und anerkannt zu haben, die falsch und der heiligen und göttlichen Schrift entgegen ist; das ist die Lehre, dass die Sonne der Mittelpunkt des Weltalls ist; dass sie sich nicht von Osten nach Westen bewegt; dass die Erde hingegen sich bewegt und nicht der Mittelpunkt der Welt ist.

Dass man eine Meinung, welche für mit der heiligen Schrift in Widerspruch stehend erklärt ist, auch nicht als wahrscheinlich annehmen und vertheidigen darf, und dass Du folglich alle die Censuren und Strafen verwirkt hast, welche in den heiligen Canones und durch andere allgemeine und besondere Verordnungen gegen dergleichen Delinquenten ausgesprochen und verfügt sind.

Wir wollen jedoch uns begnügen, Dich davon loszusprechen, unter der Bedingung, dass Du zuvor vor uns, aus aufrichtigem Herzen und aus ungeheuchelter Ueberzeugung, die vorgenannten Irrthümer und Ketzereien, die der römischen katholischen apostolischen Kirche zuwider sind, auf die Weise, die Dir von uns angegeben wird, abschwörst, verfluchst und verwünschest.

Galilei's Schwur.

Ich, Galilei, im siebzigsten Jahre meines Alters, persönlich vor Gericht gestellt, schwöre ab, verfluche und verwünsche, auf meinen Knieen und das heilige Evangelium, das ich mit meinen Händen berühre, vor Augen, mit festem Willen und aus aufrichtigem Glauben die Absurdität, den Irrthum, die Ketzerei der Bewegung der Erde.

2) Den Grundgedanken des Apparates setzt Müller in seiner kosmischen Physik S. 192 durch eine einfache Zeichnung sehr klar auseinander. Ausführlicheres findet sich in: Physikalisches Lexicon von Marbach, 2. Aufl. Bd. II. S. 549 und in dem von dem Uebersetzer bearbeiteten Abschnitte „Dichte der Erde" in dem Art. Erde Bd. II. S. 907 ff. — Zugleich bemerke ich, dass ich die wissenschaftlichen Resultate des Originals gleich im Texte wesentlich vervollständigt habe.

3) Ausführlicheres in eben angeführtem phys. Lexic. Bd. II. S. 916. Vergl. auch v. Humboldt's Kosmos I. S. 182.

4) Nach der Berechnung von Laplace würde eine Verminderung der mittleren

Erdwärme um 1 °C. eine Verminderung der Rotationsgeschwindigkeit der Erde von zwei Centesimalsecunden bewirken. Es ist aber bewiesen, dass die Erde seit Hipparch (um 150 v. Chr.) ihre Rotation noch nicht um $^1/_{100}$ Secunde verändert hat; also kann sich auch nicht das Volumen, also auch nicht die mittlere Erdwärme verändert haben. Eine Temperaturabnahme der Erde hätte nämlich eine Volumenverringerung derselben zur Folge und diese eine Veränderung der Axendrehung. Vergl. Abschnitt V. Cap. 2.

Zweites Capitel.

5) Numerische Angaben über die Sonne s. in v. Humboldt's Kosmos III. S. 379.

6) In der deutschen Ausgabe von Arago's sämmtlichen Werken von Hankel Bd. XII. S. 108 findet sich die Tabelle des fleissigsten Beobachters der Sonnenflecke, Heinrich Schwabe in Dessau, von 1826 bis 1854, aus welcher entschieden hervorgeht, dass in der Frequenz der Sonnenflecken eine zehn- oder elfjährige Periode sich geltend macht. In den Jahren 1828, 1837, 1848 zeigten sich Maxima, 1833, 1843, 1854 Minima; d. h. fünf bis sechs Jahre nimmt ihre Anzahl zu, um dann während eines nahezu gleichen Zeitraums allmälig wieder abzunehmen. Zu vergleichen ist auch Art. Sonne in dem mehrfach citirten phys. Lexicon von Marbach, wo auch über den Zusammenhang der Sonnenflecke und der magnetischen Variationen das Nähere angegeben ist.

7) Die von verschiedenen Beobachtern erhaltenen Resultate über die wirkliche Rotationsdauer der Sonne weichen nicht unmerklich unter einander ab, theils wegen der Gestaltveränderung der Flecken selber, weshalb der Astronom nicht immer sicher ist, denselben Punkt im Auge zu behalten, theils wohl deshalb, weil die Sonnenflecken ausser ihrer Betheiligung an der allgemeinen Rotationsbewegung der Sonne noch kleinen eigenen Ortsveränderungen unterworfen sind; vergl. Arago's sämmtliche Werke, deutsche Bearbeitung Bd. XII. S. 81.

8) Vergl. Poggendorff's Annal. Bd. XLV. S. 25 u. 481.

9) Ebenda Bd. XLV. S. 34.

10) Althans (Poggend. Ann. Bd. XC. S. 544) hat die Untersuchung noch genauer als Pouillet geführt und kommt zu dem Resultate, dass mit den täglich von der Sonne auf die Erdoberfläche treffenden Wärmestrahlen eine Wassermenge von nahe 10851662000000 Kubik-Metern von 0° Temperatur in Dampf von 100° verwandelt werden könne. — Buij's-Ballot. (Poggend. Annal. Bd. LXVIII. S. 205; LXXXIV. S. 521; LXXXVII. S. 541) behauptet auch, dass die eine Seite der Sonne eine stärker erwärmende Kraft, als die entgegengesetzte besitze, und auch Althans spricht sich dafür aus. Am 1. Januar 1846 sollte die Sonnenseite mit der geringsten und am 15. Januar die mit der grössten Hitze vortreten.

Drittes Capitel.

11) Von dem caraibischen Meere führen z. B. die Südwestwinde die Wasserdünste zu den Westküsten Europas.

12) Chiminello war der erste, welcher eine Reihe stündlicher Beobachtungen mittheilte (*Saggi scientifici di Padova Pad.* 1786. T. I. p. 195, 208). Diese Reihe umfasste 16 Monate; noch grösseren Umfang haben die auf Brewster's Veranlassung auf Fort Leith bei Edinburg von den Wache haltenden Officieren angestellten; ebenso besitzen wir solche von Capitain Ross zu Boothia vom October 1829 bis März 1832; von einer russischen Expedition auf Nowaja-Semlja in der karischen Pforte und zu Matotschkin-Schar; von Kupffer in Petersburg aus den Jahren 1831 und 1832. Seit Stiftung der magnetischen Observatorien ist das Material besonders reich geworden; so giebt z. B. Kupffer eine solche Reihe für Petersburg, die vom Jahre 1841 an einen sechsjährigen Zeitraum umfasst. Vergl. Marbach's

phys. Lexic. 2. Aufl. Art. Isothermen, geschrieben von dem Uebersetzer, Bd. IV. S. 150 ff. Dove's Repertorium der Physik. Bd. III. S. 341.

Viertes Capitel.

13) In neuester Zeit hat Colonel Waugh festgestellt, dass der Mount Everest der höchste Gipfel des Himalaya nicht nur, sondern der Erde, nämlich 29002 engl. oder 27212 par. Fuss hoch ist; dann kommt als nächst höchster Gipfel der Kintschindjunga mit 26419 par. Fuss; der Dhawalagiri nimmt mit 25171 par. Fuss erst die dritte und der Tchumalari mit 22486 par. Fuss die vierte Stelle im Himalaya ein.

14) Wäre die Atmosphäre vollkommen ruhig und würde die Wärme derselben von der Erdoberfläche aus mitgetheilt, so würde die Lufttemperatur in geometrischer Reihe abnehmen, während man in arithmetischer Reihe emporstiege. Vergl. Kämtz, Meteorologie I. 136 u. II. 129, 132 u. 135.

15) Ueber Barral und Bixio's Luftfahrt s. z. B. Harting's Skizzen aus der Natur übersetzt von Martin, Leipzig 1854. S. 44—47. Die Thermometerbeobachtungen waren bei

0 rhl. Fuss Höhe	+ 18,°0 C.	11947 rhl. Fuss	— 0,°5 C.
2411 „ „ „	+ 16, 0 „	16310 „ „	— 7, 0 „
3962 „ „ „	+ 13, 0 „	20161 „ „	— 10, 7 „
4726 „ „ „	+ 9, 8 „	20740 „ „	— 35, 0 „
6411 „ „ „	+ 9, 0 „	22345 „ „	— 39, 8 „

Auf Veranlassung des Colonel Sykes wurden 1852 vier wissenschaftliche Luftfahrten in England unternommen, am 17. und 26. August, 21. October und 10. November, bei denen man die Höhen von 19510, 19100, 12640 und 22930 engl. Fussen erreichte. Eins der interessantesten Resultate in Bezug auf Temperatur ist, dass diese in den höheren Schichten der Atmosphäre in den verschiedenen Monaten viel constanter, als in den niederen Schichten ist: an der Erdoberfläche betrug der Unterschied der Temperatur zwischen dem 17. August und 10. November über $12^1/_2$ Grad C., in einer Höhe von 19500 engl. Fuss nur $5^1/_2$ Grad C. Vergl. Petermann's Mittheilungen aus Justus Perthes geographischer Anstalt etc. 1856. Heft IX.

16) Ueber die Schneegrenze vergl. Kämtz Meteorologie II. S. 159 und v. Humboldt's Kosmos I. S. 355 und II. S. 323. Dove macht in der Zeitschrift für allgemeine Erdkunde. Neue Folge Bd. II. Heft I. (1857.) S. 96 darauf aufmerksam, dass man bei der Schneegrenze von dem gewöhnlichen Verfahren in der Physik, mittlere Durchschnittswerthe für die einzelnen Phänomene zu gewinnen, abgewichen sei, indem man unter Schneegrenze die grösste Höhe, jenseits welcher der Schnee nie verschwindet, verstehe, und hebt hervor, dass die Lage der mittleren Schneegrenze wohl mehr Aufschluss darüber gewähren werde, bei welcher Temperatur sich die Erde unter verschiedenen Breiten sich ihrer Schneedecke entledige. Denzler in St. Gallen hat am Säntis 20 Jahre lang das Hinauf- und Herabrücken der Schneegrenze beobachtet und die mittlere Schneegrenze bestimmt. In den Alpen entspricht hiernach die mittlere Schneegrenze einer Mitteltemperatur von 5 °C.

17) Vergl. auch die Tabelle von Kämtz, Meteor. II. S. 169.

18) Vergl. v. Humboldt's Kosmos I. S. 483 und 484. Die niedrigere Schneegrenze auf der Südseite des Himalaya lässt sich vielleicht daraus erklären, dass auf derselben mehr Schnee fallen muss, weil die südlichen Winde sich an dem Gebirge ihres Wasserdunstes entledigen.

19) Ausführlicheres über die Gletscher in Marbach's phys. Lexic. 2. Aufl. Bd. III. S. 613.

20) Die richtigen Principien einer Pflanzengeographie hat zuerst A. v. Hum-

boldt aufgestellt, wiewohl sich schon früher Wildenow auf demselben Gebiete versucht hatte. Die meiste Anerkennung hat sich Meyen (Grundriss der Pflanzengeographie Berlin 1836) erworben.

21) Nach: Geschichte der See-Reisen und Entdeckungen im Süd-Meere etc. von Hawkesworth aus dem Englischen von Joh. Fried. Schiller. Berlin 1774. Bd. III. Cook's Reise um die Welt. Buch 3, Hauptstück 6.

22) Da die über den Hochebenen lagernden Luftschichten dünner, als über der Meeresfläche sind, so dringen die Sonnenstrahlen ungeschwächter durch sie hindurch und bewirken daselbst eine grössere Wärme, welche mit stärkerer Kälte, die des Nachts in Folge der ungehinderten Wärmeausstrahlung eintritt, abwechselt.

Fünftes Capitel.

23) A. v. Humboldt's Ansichten der Natur. 3. Aufl. Bd. I. S. 160.

24) Desselben Kosmos Bd. I. S. 343 u. 347.

25) Ebenda Bd. I. S. 348.

26) Ebenda Bd. I. S. 351.

27) Versuch einer pragmatischen Geschichte der Arzneikunde von Kurt Sprengel, Halle 1800. Bd. I. S. 403.

Sechstes Capitel.

28) Ich habe es durchaus nöthig gehalten, Dove's Monatsisothermen in dem Texte zu erwähnen, da sie den wichtigsten Fortschritt auf diesem Gebiete ausmachen. Die Monatsisothermen erschienen zuerst Berlin 1849. Auch: die Verbreitung der Wärme in der nördlichen Hemisphäre innerhalb des 40. Breitengrades dargestellt und erläutert von H. W. Dove. Berlin 1855 (zwei von H. Kiepert entworfene Karten) verdient die höchste Beachtung.

Siebentes Capitel.

29) Es scheint hier am Orte zu sein, auf Dove's thermische Normalen hinzuweisen. (Monatsisothermen S. 4.) Jeder Breitenkreis hat eine bestimmte mittlere Wärme, wie verschieden auch die Temperatur unter den verschiedenen Längen ausfallen mag. Ein Ort nun, dessen Temperatur der mittleren seiner geographischen Breite entspricht, besitzt eine normale Temperatur, alle, deren Temperatur geringer ist, sind relativ kalt, alle deren Temperatur höher ausfällt, relativ warm. Verbindet man alle Orte normaler Temperatur, so erhält man die thermischen Normalen, die zugleich die Grenzlinien des See- und Continentalklimas sind, wenn man alle Orte, die im Winter zu warm, im Sommer zu kühl sind, dem Seeklima zurechnet, die hingegen dem continentalen, welche im Winter zu kalt und im Sommer zu warm sind. Vergl. auch Marbach's phys. Lexic. 2. Aufl. die von dem Uebersetzer bearbeiteten Art. Isothermen und Klima Bd. IV. S. 173 und 268. Es finden sich daselbst auch Dove's Isothermenkarten für den Januar und Juli.

Achtes Capitel.

30) Kämtz giebt in seiner Meteorologie Bd. II. S. 45 und S. 48 nach Arago, Schön und Cotte zwei Tafeln, von denen die eine die höchsten und die andere die niedrigsten Temperaturen enthält.

Neuntes Capitel.

31) Vergl. auch Berghaus, die Völker des Erdballs. Bd. I. S. 457.

32) Ueber die Feuerländer ebenda Bd. I. S. 343.

33) Vergl. Kämtz Meteorologie Bd. II. S. 123 ff. Das Vorkommen der Papageien und Colibris in diesen Gegenden; die Producte der Pflanzenwelt; die mangelhafte Bekleidung der Einwohner sind wohl Beweise, dass das Klima hier nicht so rauh ist, als dasselbe gewöhnlich verschrieen wird. Ein Blick auf Dove's Monatsisothermen zeigt, dass die Temperatur in der südlichen Hemisphäre während des ganzen Jahres sich der normalen sehr nähert, denn die Isothermen weichen nur wenig und viel weniger als im Norden von der Richtung der Parallelkreise ab. Vergleichen wir überdies Orte der nördlichen Erdhälfte, welche z. B mit Feuerland unter ungefähr gleicher Entfernung vom Aequator liegen, so finden wir, dass in Quebeck (47° n. Br.) die mittlere Januartemperatur — 10° beträgt, während dieselbe im Juli auf Feuerland (55° s. Br.) kaum 0° ausmacht.

34) Die Frage wegen eines offenen eisfreien Polarmeeres ist neuerdings durch Kane's Nordpolexpedition wieder in Anregung gebracht worden. Wir verweisen auf die Reisebeschreibung Kane's und auf Petermann's Mittheilungen etc. vom Jahre 1855. Heft 10.

35) Kämtz Meteorologie. Bd. II. S. 126.

Zehntes Capitel.

36) Morpho gehört zu den ächten Tagfaltern und zeichnet sich durch seine Grösse, Form und Farbenpracht aus, z. B. *Morpho Achilles*, *Morpho Eurilochus*.

37) Der nutzbare Maniok oder Cassavestrauch (*Manihot utilissima* oder *Jatropha Manihot*) ist ein Strauch mit einem Büschel fleischiger Wurzeln. Diese Wurzeln liefern Stärkemehl in reichem Maasse. Man zerreibt sie, presst und wäscht sie aus, wodurch man zugleich einen giftigen Milchsaft entfernt, und bereitet nun aus der gröberen, noch mit der Pflanzenfaser vermengten, sägespäneförmigen Sorte, welche Mandiocca oder Cassava heisst, das gewöhnliche Brod, während man die feinere, sich selbst absetzende Sorte, welche Tappiocca heisst, ausserdem noch zu anderen Speisen verwendet.

38) Unter den Reisebeschreibungen ist namentlich v. Wrangel's Reise nach dem Norden Sibiriens, aus welcher der Verfasser auch einen grossen Abschnitt, der uns jedoch minder nothwendig erschien, aufgenommen hat, erwähnungswerth. Von den geographischen Werken verweisen wir besonders auf die: Allgemeine Länder- und Völkerkunde von Berghaus. Bd. II. III. und V.

FÜNFTER ABSCHNITT.

Von den

Veränderungen auf der Erdoberfläche und der Veränderung der Klimate.

ERSTES CAPITEL.

Antediluvianische Erdumwälzungen.

Dass die Oberfläche der Erde nicht immer so beschaffen gewesen ist, wie wir sie jetzt sehen, kann als ausgemachte Thatsache angesehen werden. Unter der festen Erdrinde sind siedende Lavamassen; in derselben finden wir Kohlenlager, ungeheuere Muschelschichten und unzählige Fossilien, welche uns Einsicht verschafft haben in die grossartigen Veränderungen und Katastrophen, deren Schauplatz die Erdoberfläche gewesen ist. Buffon sagt: „Wie man in der Geschichte der Völker alle mögliche Notizen benutzt, Münzen, alte Inschriften u. dergl., um die geschichtlichen Epochen festzustellen und auf das Leben der Völker einflussreiche Ereignisse näher zu bestimmen, so muss man in der Geschichte der Natur die Weltarchive durchstöbern, aus dem Erdinnern die alten Monumente zu Tage fördern, ihre Trümmer sammeln und alles, was auf physische Veränderungen hindeutet, die uns auf dem dunklen Pfade zur Erforschung der verschiedenen Altersstufen der Natur leiten können, in ein Ganzes, in einen Codex vereinen. Dies ist das einzige Mittel in der Unermesslichkeit des Raumes einige Punkte zu gewinnen und neben der unendlichen Zeitenbahn etliche Marksteine zu setzen.*)“

*) *Buffon, des époques de la nature.*

Können wir uns aber wundern, wenn, trotz der eifrigsten Forschungen, trotz der geologischen Entdeckungen, welche mehrfache, nach einander stattgefundene Erdumwälzungen herausstellen, noch manche Zweifel und Unsicherheiten über die Ursachen und Epochen dieser grossartigen Ereignisse gehegt werden und sich geltend machen! Der Forscher muss mit Geduld die über die ganze Erde verstreuten kostbaren Medaillen sammeln; mit inductivem Geiste muss er die Ueberbleibsel der früher belebten und nun seit vielen Jahrhunderten mit einem kalten Leichentuche bedeckten Stäubchen zusammenstellen; von der Synthesis geleitet muss er die fehlenden Glieder der unterbrochenen Kette zu ergänzen suchen, um die Wahrscheinlichkeit, welche die Analogie ergab, zur Gewissheit zu erheben; er muss die sonst spurlos forteilende Zeit zurückrufen und die ganze Naturgeschichte aus dem grossen Todtenhause und Beinlager, welches das Meer mit Sandschichten oder mit angeschwemmten Erdreiche bedeckt hat, wieder zusammenstellen und hervortretem lassen.

Die Mehrzahl der Geologen hat sich für die Hypothese von Leibnitz und Buffon entschieden, dass die Erde ursprünglich feurigflüssig gewesen sei. Es fragt sich nun, wie die Abkühlung vorgegangen ist; wie die Umwandlung der luftförmigen Stoffe in flüssige, der flüssigen in feste erfolgt ist; wie sich die Atmosphäre gebildet hat, welche die Erde umgiebt; wie die Flüsse entstanden sind, welche ihre Oberfläche durchfurchen. Das sind alles in gar tiefes Dunkel gehüllte Fragen, deren Beantwortung die Grenzen einer einfachen Schlussreihe und der strengen Beobachtungsmethode überschreitet. Ueber die Epochen, in denen die Erde nach einander ihre Umwandlung erfuhr, in denen die verschiedenen Arten der Pflanzen und Thiere auftraten, müssen wir daher unsere völlige Unwissenheit eingestehen; denn setzt man auch für dies erste Auftreten des organischen Lebens, seien es unbegrenzte oder begrenzte, Perioden fest, so ist dies doch mehr ein willkürliches Phantasiren, da man in allen solchen Fällen ohne grosse Schwierigkeit sowohl für als gegen die Grundlagen, auf welche man sich dabei stützt, Gründe und Gegengründe vorbringen kann.

Die Katastrophen, welche einen Einbruch und Rücktritt des Meeres herbeigeführt haben, sollen nach Cuvier plötzlich eingetreten sein. In Betreff namentlich der letzten dieser Umwälzungen scheint es nun nicht schwer zu sein, ein bestimmtes Urtheil sich zu bilden. In den im hohen Norden liegenden Ländern findet man nämlich im Eise eingeschlossene Cadaver grosser Vierfüssler, die sich mit Haut und Haaren und überhaupt in vollem frischen Zustande bis auf die Jetztzeit erhalten haben. Wären diese nicht sofort bei ihrem Tode gefroren, so hätten sie doch jedenfalls in Verwesung übergehen müssen. Andererseits scheint es, als ob der ewige

Schnee jene Gegenden, in welchen man solche Funde gemacht hat, vorher nicht bedeckt haben könne; denn diese Thiere würden in einem solchen Klima nicht haben leben können. Folglich musste, nach Cuvier, der Untergang der Thiere und die Umwandlung des Klimas in ein solches, in welchem derartige Eismassen bestehen können und sich bilden mussten, gleichzeitig erfolgen. Für diese Hypothese scheint der Fund eines vollständig erhaltenen Rhinozeros zu sprechen, welchen man 1771 an der Mündung des Willuji-Flusses in die Lena machte, und ebenso der eines in einem Eisblock eingeschlossenen ungeheueren Elephanten an der Küste des Polarmeeres von Adams im Jahre 1806. Im letzteren Falle war das Fleisch noch so wenig verdorben, dass die benachbarten Jakuten die Hunde mit demselben gefüttert hatten.[1]) Cuvier zieht nun hieraus den Schluss, dass in früheren Zeiten Sibirien ein so warmes Klima gehabt haben müsse, dass der Aufenthalt des Rhinozeros und Elephanten daselbst habe möglich sein können.

Von unserem jetzigen wissenschaftlichen Standpunkte aus kann, wie Arago sagt, der thermometrische Charakter eines Klimas eine plötzliche Störung nur von einer Seite her erhalten, nämlich durch eine plötzliche Veränderung der Breite. Spitzbergen z. B. verdankt die dichten Reifniederschläge, von denen es bedeckt ist, seiner geringen Entfernung von den Polen; erhielte nun die Rotationsaxe der Erde eine andere Lage, sodass Spitzbergen unter den Aequator käme, so würden seine unfruchtbaren Thäler durch den Einfluss der Sonnenwärme bald reichen Ertrag liefern und sich mit der üppigsten Vegetation schmücken. Umgekehrt kann man keinen Augenblick darüber zweifelhaft sein, dass, wenn irgend eine jetzt unter den Tropen liegende Gegend plötzlich unter den Pol der Erde versetzt würde, in weniger denn 24 Stunden auf ihrer Oberfläche sich Frost einstellen müsste. Eine solche Umänderung könnte, da sie plötzlich eingetreten sein müsste, durch die unserer Erde inwohnenden, uns sonst bekannten Kräfte nicht herbeigeführt werden, und müsste daher etwa dem Anstosse eines Kometen zugeschrieben werden. Arago ist jedoch keineswegs der Meinung, dass durchaus eine plötzliche Veränderung des Klimas in Sibirien anzunehmen sei, um das Vorkommen fossiler Elephanten daselbst zu erklären. Der vorweltliche Elephant, den wir an den Küsten des Eismeeres finden, hatte zwar die grösste Analogie mit denjenigen dieser Thiere, welche noch jetzt Asien und Afrika bewohnen; aber seine Haut war mit langen Haaren überzogen und mit dichter bräunlicher Wolle bedeckt. Das Rhinozeros von Willuji hatte ebenfalls einen Pelz von etwa 3 Zoll langen steifen Haaren. Dieser dicke, der Strenge des sibirischen Klimas vollständig angemessene Pelz lässt es nun sehr gut begreifen, wie diese Thiere einer so niedrigen Temperatur haben widerstehen können.

Ausserdem hat A. von Humboldt auf seiner letzten asiatischen Reise nachgewiesen, dass der indische Königstiger sich bisweilen in ziemlich hohen Breiten findet und sogar bis zum nördlichen Abhange des Altai Streifzüge macht. So haben die dicht bepelzten Elephanten in ähnlicher Weise während des Sommers Wanderungen nach Sibirien unternehmen können; in solchem Falle würde aber irgend ein Ereigniss, was gar nicht zu den ungewöhnlichen zu gehören braucht, etwa ein einfacher Einsturz, genügen, um den Cadaver einiger dieser Thiere in die Schichten des gefrorenen Erdbodens einzuschliessen.

Man darf jedoch zwei wesentlich verschiedene Thatsachen nicht verwechseln und ein und derselben Ursache zuschreiben. Das Vorkommen einzelner dieser Vierfüssler mit Haut und Haaren und selbst mit wohl erhaltenem Fleische im sibirischen Eise lässt sich wohl aus einem gewöhnlichen Ereignisse begreifen und erklären; aber woher kommt die ungemeine Menge fossiler Knochen, die man auf diesem Gebiete in seiner ganzen ungeheueren Erstreckung findet? Hieraus folgt doch offenbar, dass die Elephanten und andere grosse Vierfüssler vielleicht viele Jahrhunderte lang dort gelebt haben. Dieselben fossilen Ueberreste finden sich sogar auf den dem Nordpole noch näher gelegenen Bäreninseln und auf Neu-Sibirien. Wenn nun in jenen fernen, in so tiefes Dunkel gehüllten Epochen die im hohen Norden liegenden Länder einer excessiven Kälte ausgesetzt gewesen wären, so hätten die Elephanten und Mammuththiere schwerlich dort leben und noch weniger sich dort fortpflanzen können. Man muss also annehmen, dass damals Sibirien eine durch die innere Erdwärme herbeigeführte tropische Temperatur gehabt habe, wobei vielleicht noch meteorologische Verhältnisse im Spiele waren, über welche indessen sich nicht leicht etwas Zuverlässiges ermitteln und angeben lassen dürfte. Diese Temperatur nahm durch den Wärmeverlust in Folge der Ausstrahlung gegen den Weltenraum von Jahr zu Jahr ab, ohne dass dieser Verlust durch den Einfluss der Sonnenwärme ersetzt werden konnte. Je mehr sich nun Sibirien abkühlte, desto mehr Pflanzenarten gingen aus, die grossen Thiere nahmen ebenfalls an Zahl ab, da ihr Unterhalt schwieriger wurde, von den Küsten des Meeres verschwanden sie zunächst und zogen sich immer mehr zurück in Gegenden, die ihnen mehr zusagten. Dieser Rückzug erfolgte indessen wahrscheinlich nur langsam und allmälig; denn der dichte Pelz der Elephanten spricht dafür, dass sie wohl einen grösseren Temperaturwechsel ertragen konnten. Die Vorsehung hatte also für sie sehr gut gesorgt. Indem nun die Kälte in Sibirien immermehr zunahm, blieben daselbst nur die Thierarten, welche wir jetzt dort einheimisch sehen; einige der letzten Elephanten aber fanden in dem Polareise, welches sie ein-

schloss, ihren Untergang und wurden uns in ihrem frischen Zustande erhalten. Hätte Sibirien wie es Cuvier annimmt, plötzlich seine Breite geändert, so müsste man dort allenthalben solche Rhinozeros, wie das vom Willuji, und solche Elephanten, wie den von der Lena finden. Die unzähligen Fossilien Sibiriens rühren also ganz entschieden davon her, dass lange Zeit daselbst grosse Thiere ihren Wohnsitz gehabt haben.

Aus diesen Thatsachen kann man den Schluss ziehen, dass seit organische Wesen von der Erde Besitz genommen haben, die Temperatur der Oberfläche derselben Aenderungen erlitten hat. Da man aber unter der grossen Masse von Ueberresten sowohl aus dem Thier- als Pflanzenreiche keine fossilen Menschenknochen findet, so ist dies ein sicherer Beweis dafür, dass in jenen fernen Zeiten, deren nähere Angabe in Zahlen ganz unmöglich ist, das Menschengeschlecht auf der Erde noch nicht erschienen war. Selbst in den mächtigen Kohlenschichten findet man nur unbedeutende und vereinzelte Spuren animalischer Körper, nämlich Flussmuscheln. Das bei der Destillation der Steinkohlen gewonnene Ammoniak rührt unstreitig vom Stickstoff der Vegetabilien her, die zu jener Zeit so ziemlich allein das Belebte auf der Erde vertraten. Einige Schichten der Triasgruppe enthalten zahlreiche Reste von Mollusken, Fischen und Reptilien; in ganz besonderer Menge finden sich aber Versteinerungen in der Juraformation, namentlich von den ganz untergegangenen Thierformen, welche der Ichthyosaurus, Plesiosaurus und Megalosaurus zeigen. Erst in den tertiären Formationen und Diluvialschichten trifft man Säugethiere und überhaupt höhere Wirbelthiere an. Wenn man dem Systeme des Leucippus, Epicur, Lucrez, Cäsalpin, Spinoza, Buffon, Diderot und Lamark in Bezug auf die lediglich unter Mitwirkung der Naturkräfte erfolgte spontane Zeugung der organischen Wesen und ihre allmälige höhere Entwickelung beipflichten wollte, so dürfte man wohl zu der Frage berechtigt sein, warum man denn unter den Resten dieser so zahlreichen Thierformen auch nicht eine Spur von dem Dasein des Menschen antrifft. Sein Auftreten auf der Erde hat sicherlich später als die Erschaffung jener ersten Geschöpfe stattgefunden. Die Natur war, um mit den Epicuräern zu sprechen, bei Erschaffung der Welt in ihrer Jugend und strotzte von Lebenskraft. Aus ihrem Schoosse brach das Leben hervor, wie das Wasser aus dem Erdinnern hervorspringt, wenn durch die artesische Sonde ihm ein Ausweg eröffnet wird. Sie erzeugte unzählbare Schlangen, geflügelte Eidechsen, Ungethüme von Elephanten u. s. w.; wie war sie nun im Stande, nachdem diese ursprüngliche gewaltige Zeugungskraft geschwächt war, nachdem in der Erschaffung so vieler, seitdem bereits untergegangener und ausgestorbener Geschöpfe ein Still-

stand eingetreten war, zum Schlusse den Menschen, dem doch gewiss Niemand die höchste Stelle unter den Geschöpfen bestreitet, hervorzubringen? Auf diesen Einwand haben die Epicuräer noch nie eine Antwort gebracht.

Es steht jedenfalls fest, dass die Erde in physischer Hinsicht in ihrer Temperatur und namentlich in den Verhältnissen zwischen Meer und Festland Veränderungen und Umwälzungen erlitten hat. Die Zeit dieser Umwälzungen zu bestimmen, die näheren Umstände bei dem Auftreten vegetabilischen und animalischen Lebens anzugeben, ist ein Ding der Unmöglichkeit, und Mirbel hat daher mit Recht gesagt, dass wenn durch einen Glücksgriff oder durch besondere Erleuchtung Jemand es wirklich vermöchte, doch immerhin die bestätigenden Beweise fehlen würden, und man die aufgefundene Wahrheit doch nur zu den Hypothesen zählen könnte.[2])

Ebenso bleiben die Ursachen dieser Erdumwälzungen für den Philosophen und Naturforscher in undurchdringliches Dunkel gehüllt. Von manchen Seiten hat man keinen Anstand genommen, in dem Zusammenstosse mit einem Kometen, der die Rotationsbewegung der Erde plötzlich geändert, das Meer über das feste Land gestürzt und alles Lebende auf der Erdoberfläche vernichtet habe, die Lösung des Räthsels zu suchen. Arago hat aber in seiner Schrift über die Kometen[3]) die geringe Wahrscheinlichkeit eines solchen Zusammenstosses nachgewiesen; und überdies hätte ein solches Ereigniss mehrmals eintreten müssen, um die mehrfach auf einander gefolgten Erdumwälzungen zu erklären. Die Erhebung der verschiedenen Gebirgssysteme dürfte eine zutreffendere Erklärung dieser grossartigen Phänomene geben; darauf näher einzugehen scheint indessen hier nicht am Orte zu sein.

ZWEITES CAPITEL.

Veränderungen auf der Erdoberfläche seit dem Auftreten des Menschen.

Sündfluth.

Ob die Temperatur der Erde und andere meteorologische Verhältnisse, seit der Mensch sich zum Menschen gesellte, merkliche Veränderungen erlitten haben, darüber giebt uns weder eine schriftliche Ueberlieferung noch sonst ein unanfechtbares Zeugniss einen Anhalt und Aufschluss. Auf die Mythen der vorgeschichtlichen Zeit, z. B. auf den vom Phaeton, welcher die Sonnenrosse nicht zu bändigen

vermochte, einzugehen, würde zu nichts führen; eben so bietet der Cultus der Inkas und des Zoroaster nichts, was für uns hier besonderen Werth hätte. Wir müssen uns also anderswo umsehen, da Geschichte und Tradition uns hier im Stiche lassen.

Eine merkliche Veränderung in den meteorologischen Verhältnissen der Erde kann nur durch eine grosse Wasserfluth oder durch eine astronomische Störung herbeigeführt werden. Sehen wir also zu, was für das Eine und das Andere spricht.

In der Erinnerung aller Völker hat sich ein grosses historisches Ereigniss erhalten, nämlich die Sündfluth. Bei jeder Nation finden wir Nachrichten, welche sich hierauf beziehen, wenn gleich nicht zu läugnen ist, dass hier und da Fabeln beigemischt sind und die verschiedenen Traditionen manches Dunkle enthalten; aber schon die einfache Schilderung in der Genesis und so manche Umstände, die entschieden damit in Beziehung stehen, lassen keinen Zweifel an der Thatsache aufkommen. Hierzu kommt noch, dass seit die Geologie wissenschaftlich betrieben wird, immer mehr bestätigende Erscheinungen und Ergebnisse aufgefunden werden. G. Cuvier sagt: „Mit Deluc und Dolomieu bin ich der Meinung, dass, wenn irgend Etwas in der Geologie feststeht, dies die Thatsache ist, dass die Oberfläche unserer Erde das Opfer einer grossen und plötzlichen Umwälzung gewesen ist, welche nicht früher als vor 5 bis 6 Tausend Jahren stattgefunden haben kann.“ Als thatsächliche Beweise für diese grosse Wasserfluth haben die Geologen die Thaleinschnitte, welche Buckland so vorzüglich beschrieben hat, die ungeheueren Granitmassen, welche durch eine mächtige Einwirkung des Wassers von den Bergen abgelöst sind, und endlich die erratischen Blöcke, welche sich in beiden Continenten finden und welche de la Bèche, Buckland, Bigsby etc. der gewaltigen Strömung einer grossen Ueberschwemmung zuschreiben, anerkannt. Von der Mehrzahl der Naturforscher werden ebenso die Knochenhöhlen und Knochenbreccien als unwiderlegliche Belege für die letzte Umwälzung, welche die Erdoberfläche betroffen hat, angesehen. In mehreren dieser Gräber der antediluvianischen Welt findet man mannichfache thierische Gebeine mit Bruchstücken und Geschieben von Kalkstein gebunden durch Thon; einige dieser Höhlen enthalten auch Menschenknochen incrustirt mit sehr harter Steinmasse und untermengt mit Thierresten, so dass man mit der grössten Wahrscheinlichkeit annehmen kann, dass der Untergang der Menschen und der Thiere durch dieselbe Katastrophe herbeigeführt sei.

Die nach Deluc, Dolomieu, Cuvier und den berühmtesten Geologen für die Sündfluth wahrscheinliche Zeitbestimmung haben wir oben angeführt. De Saussure kam aus seinen Unter-

suchungen und Beobachtungen am Chamouny-Gletscher zu dem Schlusse, dass der jetzige Zustand der Erde nicht so alt sei, als von manchen Seiten behauptet wird; ebenso haben die Deltabildungen einiger Flüsse und die Entstehung der Dünen einen Anhalt gewährt, die Zeit der letzten Erdrevolution und die seitdem wenigstens verflossenen Jahrhunderte mit noch grösserer Genauigkeit zu ermitteln. Deluc, Bremontier und Cuvier sind der Ansicht, dass zu den eben angeführten Bildungen etwa 4 Tausend Jahre erforderlich gewesen seien, was mit der biblischen Erzählung im Einklange stehen würde, nach welcher die Sündfluth — je nach dem zu Grunde gelegten Texte — im Jahre 2926 oder 3308 vor Chr. stattgefunden haben soll.[4])

Manche Geologen haben die Sündfluth und ebenso die anderen Erdumwälzungen aus einem Einbruche des Meeres in das Festland erklären wollen, und zwar sollte nach den Einen die letzte grosse Wasserfluth durch eine Bodenhebung in den Polarmeeren und nach den Anderen durch die Hebung der Andeskette herbeigeführt worden sein. Am bekanntesten ist aber unter allen hierhergehörigen Hypothesen die von Halley und die von Whiston geworden, welche die Sündfluth einem Kometen zuschreiben und ihre Erklärung mit dem Texte der heiligen Schrift in Einklang zu bringen gesucht haben. Nach Whiston wäre dieser Komet kein anderer, als der von 1680, den er mit dem von 1106 für identisch hielt; derselbe hatte einen ungeheueren Schweif und kam der Sonne an Glanz gleich. Es ist dies derselbe Komet, welchen die byzantinischen Schriftsteller Lampadias nennen und dessen Erscheinung um 531 stattfand; derselbe, welcher im Jahre 43 v. Chr. im September beim Tode des J. Cäsar erschien. Multiplicirt man die ungefähr 575 Jahr umfassende Periode dieses Kometen mit 4 oder 5, so kommt man ziemlich auf die Epochen der Sündfluth, wie sie nach dem biblischen Texte, je nachdem man den hebräischen oder den der Septuaginta zu Grunde legt, fallen müssten. Whiston nimmt an, dass damals dieser grosse Komet nur etwa 2000 Meilen von der Erde entfernt gewesen sei und die im Innern der Erde befindlichen Flüssigkeiten ebenso, wie der Mond das Meereswasser anzieht, angezogen habe. Der Gewalt dieser Fluth habe die Erdrinde nicht widerstehen können, sie sei an mehreren Stellen geborsten und das Wasser habe sich mit Gewalt über die Continente gestürzt. So erklärt Whiston die Stelle, in der es heisst: „alle Brunnen der grossen Tiefe brachen auf, und den Regen, der auf Erden kam, indem sich die Fenster des Himmels aufthaten, findet er in einer Vermischung der wässerigen Theile des Kometenschweifes mit der irdischen Atmosphäre erledigt.

Arago hat gezeigt,*) dass diese bizarre Hypothese nicht einmal auf Wahrscheinlichkeit Anspruch machen kann; denn nicht genug, dass Whiston den Kometen sehr nahe bei der Erde vorbeigehen lässt, legt er ihm auch noch eine sechsmal grössere Masse, als die des Mondes ist, bei; ferner hätte der Komet jedenfalls eine ungemein schnelle Bewegung haben und somit durch eine ziemliche Anzahl von Stellen der Erde, die von einander unter sehr verschiedenen Meridianen liegen, in kurzer Zeit gehen müssen, was zur Erzeugung einer grossen Fluth äusserst ungünstig ist. Arago sagt endlich, dass der Komet von 1780 am 21. November nicht weiter von der Erde abstand, als dies zur Zeit der Sündfluth erwiesenermassen der Fall gewesen sein muss, dass also die Theorie Whiston's wie ein Roman erscheine, da der Komet vom Jahre 1780 weder Regengüsse, noch Fluthen im Erdinnern, noch Oeffnungen der Erdrinde veranlasst habe.

Halley schreibt die Erdumwälzungen, und namentlich die Sündfluth, ebenfalls einem Kometen zu und zwar einem solchen, der auf seiner elliptischen Bahn um die Sonne in gerader Richtung mit der Erde zusammengestossen sei. Wenn ein hinreichend grosser Komet mit einem einzigen Stosse die Bewegung der Erde, die mit einer fortschreitenden Geschwindigkeit von etwa 4 Meilen in der Secunde um die Sonne erfolgt, aufhalten würde, so würden, wie Arago sagt, alle lebenden Wesen und überhaupt alles Bewegliche auf der Erdoberfläche in der Richtung, welche die Erde im Augenblicke des Zusammenstosses hatte, und mit der ihnen zukommenden Geschwindigkeit fortgeschleudert werden und sofort der Vernichtung anheimfallen. Die Gewässer des Oceans würden ebenso fortgeschleudert und die Gipfel der höchsten Berge übersteigen. Betrachten wir nun die Zerstörungen in den oberen Schichten der Erdrinde näher, so erscheinen diese nur gewissermassen in mikroskopischen Verhältnissen im Vergleich zu den fürchterlichen Umwälzungen und Zerstörungen, welche ein Zusammenstoss mit einem Kometen, der die Erde in ihrem Laufe zu hemmen vermöchte, anrichten müsste. Ausserdem steht fest, dass die Bewegung der Erde niemals völlig aufgehört hat; denn in diesem Falle würde die Centralkraft, da ihr durch nichts das Gleichgewicht gehalten werden würde, die Erde in gerader Richtung in Zeit von $64^1/_2$ Tagen nach dem Stosse in die Sonne stürzen.[6]) Ohne übrigens zu bestreiten, dass im Laufe der Jahrhunderte die Geschwindigkeit der Erde durch den Zusammenstoss mit einem Kometen eine grössere oder geringere Veränderung erlitten haben könne, betrachtet es Arago als ausgemacht, dass die von den Geologen näher beschriebenen Wasserfluthen durch ein

*) *Ann. du bureau des longitudes*, 1832.

solches Ereigniss nicht herbeigeführt worden sind. Die Meeresniederschläge nämlich, welche man selbst auf den höchsten Gebirgen antrifft, können durchaus nicht das Ergebniss eines plötzlichen Meereseinbruches sein, den ein solcher Stoss veranlasst hätte. Diese Niederschläge sind oft horizontal, von grosser Mächtigkeit, grosser Ausdehnung und grosser Regelmässigkeit. Die verschiedenen Muschelschaalen, aus denen sie bestehen, zeigen sich gut erhalten in ihren Rippen, in ihren zum Theil äusserst zarten Spitzen und an den zerbrechlichsten Stellen. Es ist also nicht einmal eine Idee eines gewaltsamen Vorganges vorhanden; im Gegentheil spricht alles dafür, dass der Niederschlag in grösster Ruhe erfolgte und an der Stelle stattfand, an welcher die Thiere lebten.

Fassen wir Alles zusammen, so ergiebt sich die Sündfluth zwar als eine nicht wegzuläugnende Thatsache: die zu ihrer Erklärung aufgestellten Systeme scheinen aber jedes Haltes zu entbehren. Mit den Umwälzungen, deren Schauplatz die Erde in früheren Zeiten gewesen ist, kann man sie nicht in Parallele stellen; denn bei diesen sind die Wirkungen und also auch die Ursachen wesentlich andere gewesen. Mit Buffon möchten wir annehmen, dass die Sündfluth ein übernatürliches Ereigniss gewesen sei, und dass die Zusammenwirkung physischer Kräfte nicht ausreiche, um von dem Vorgange Rechenschaft zu geben. „Nach ihm giebt es keine Naturkraft, welche eine solche Wassermasse, welche die ganze Erde bis zu den höchsten Bergspitzen bedecken würde, hervorzubringen vermöchte: und selbst dann, wenn man eine solche Kraft zugeben wollte, würde es wieder unmöglich sein eine andere Kraft zu finden, welche das Wasser verschwinden liesse; endlich wofern man nicht annehmen wollte, dass das von einem Kometen herabgekommene Wasser durch ein Wunder wieder fortgeführt worden sei, so müsste es noch jetzt da sein und die Erde bis zu den höchsten Bergspitzen bedecken. Wir haben uns, fährt Buffon fort, vergeblich bemüht, für die Sündfluth Gründe aufzusuchen; die Thatsache, wie sie in der heiligen Schrift erzählt wird, steht fest, und nur durch Gottes Macht und Willen scheint sie möglich gewesen zu sein.“*)

Die Erdoberfläche zeigt allenthalben Spuren dieser Wasserfluth; aber man kann sich, wie Buffon weiter sagt, leicht überzeugen, dass es weder zu ein und derselben Zeit, noch in Folge der Sündfluth geschehen ist, dass das Meer die Länder, welche wir bewohnen, unbedeckt gelassen hat. Nichts spricht dafür, dass damals eine merkliche Veränderung eingetreten ist weder in der Temperatur, noch in der Vertheilung des Wassers, noch in der Gestaltung des Landes. Nachdem sich das Wasser verlaufen hatte, waren die Berge

*) *Théor. de la terre, Preuves, art. v.*

und Flüsse Asiens noch auf ihrer alten Stelle; die Erde war nach wie vor kulturfähig; die Sündfluth zerstörte nicht einmal, wie Buffon hinzufügt, die Pflanzen, denn die Taube kam mit einem Oelblatte zurück.

Manche Schriftsteller schreiben gleichwohl das Vorkommen der Thierknochen und Cadaver in Sibirien der letzten Ueberschwemmung zu; folglich nehmen sie an, dass das dortige Klima in Folge dieser Umwälzung eine plötzliche Veränderung erlitten habe. Pallas, der als einer der Schöpfer der Geologie anzusehen ist, gesteht sogar ein, dass er, vor seiner Untersuchung Sibiriens und vor der Kenntnissnahme der bedeutenden dort vorgegangenen Veränderungen, an die Sündfluth gar nicht geglaubt habe. Wir glauben indessen bei unserer Ansicht, dass die Abkühlung jener Polarländer eine nur nach und nach eingetretene gewesen sei, stehen bleiben zu müssen, und bleiben ebenso dabei, dass man einen Unterschied machen müsse zwischen den fossilen, in den Erdschichten liegenden Knochen und den Cadavern einiger Thiere, die einem plötzlichen Froste zur Beute fielen und uns in Eisblöcken erhalten wurden.

Abgesehen von den verschiedenen geologischen Terrainbildungen und den fossilen Pflanzen- und Thierresten, welche von den auf der Erde stattgehabten Umwälzungen Zeugniss ablegen, findet man auch in der Configuration der Continente manche Hindeutungen auf frühere Katastrophen. So ist es höchst wahrscheinlich, dass Frankreich von England und Spanien von Afrika entweder durch gewaltige Fluthen oder durch einen Erdeinsturz getrennt worden ist. Wir verweisen hierbei auf die allerdings minder grossartigen Veränderungen, die zum Theil, man möchte sagen, fast unter unseren Augen vorgegangen und durch die Thätigkeit vulkanischer Kräfte oder durch Erdbeben herbeigeführt sind.[6]) Die Geschichtschreiber oder vielmehr die Dichter erzählen von einer Sündfluth, welche unter der Regierung des Deucalion, des Königs von Thessalien, ungefähr 1600 Jahre vor unserer Zeitrechnung Griechenland heimgesucht habe. Sollte hier, da dies Ereigniss noch in die vorhistorische Zeit Griechenlands fällt, nur eine unbestimmte Ueberlieferung von der allgemeinen Sündfluth vorliegen? Sollte sich dies etwa auf den Einbruch des Meeres durch die Strasse von Gibraltar und auf die daraus hervorgegangene und damit verbundene gewaltige Ueberschwemmung beziehen? Man denke nur an die Folgen einer grossen Ueberschwemmung. Fast das ganze Land soll unter Wasser gestanden haben, und erst nach 300 Jahren war es wieder culturfähig. Wir wollen jedoch nicht vergessen, dass man bei so unbestimmten Mittheilungen, die jedenfalls durch Aberglauben und Neigung zum Abenteuerlichen entstellt und vergrössert worden sind, und überdies einer glaubwürdigen Autorität entbehren, vorsichtig sein muss. Haben wir Spuren grossartiger Umwälzungen vor dem Auftreten des

Menschengeschlechtes auf der Erde gefunden, so liegt doch weder geschichtlich, noch in irgend einer glaubwürdigen Tradition, noch in einem von der Wissenschaft in neuesterZeit aufgefundenen merkwürdigen Falle oder Vorkommnisse etwas vor, was als Zeugniss und Gewähr gelten könnte, dass, seit der Mensch von der Erde Besitz genommen hat, auf ihr eine grosse Veränderung vorgegangen sei. Welchen Ursachen könnte man überdies eine bedeutende Störung in den Temperaturverhältnissen, von denen doch namentlich das Klima einer Gegend bedingt wird, zuschreiben? Diese Frage zu beantworten, soll unsere nächste Aufgabe sein, wobei wir gleich im Voraus bemerken, dass wir dadurch neue Belege für die von uns aufgestellte Hypothese gewinnen werden.

Astronomische Störungen.

Die Temperatur der Erde ist von der fortwährenden Einwirkung der Sonne auf dieselbe bedingt. Es fragt sich nun, ob im Verlaufe von Jahrhunderten und in Folge von uns etwa unbekannten Ursachen diese erwärmende Kraft eine Steigerung oder Verminderung erleiden kann. Ehe wir hierauf näher eingehen, möge jedoch einiger Fälle unbegreiflicher Art Erwähnung geschehen, von denen sich in der Geschichte der Astronomie nur einige wenige Beispiele finden und deren vereinzeltes Auftreten um so mehr unsere Verwunderung rege macht. Wir meinen das Erscheinen neuer Sterne. Die astronomischen Tafeln zählen in 2000 Jahren, d. h. seit 150 v. Chr. nur 21 solcher Fälle auf. Vom 16. bis 19. Jahrhunderte sind 8 neue Sterne am Himmel erschienen. Der bekannteste Fall ist der, welchen Tycho Brahe selbst beschrieben hat. Er erzählt: „Als ich von meinen Reisen in Deutschland nach den dänischen Inseln zurückkehrte, verweilte ich in dem anmuthig gelegenen ehemaligen Kloster Herritzwald und hatte die Gewohnheit erst am Abend mein chemisches Laboratorium zu verlassen. Da ich nun im Freien nach gewohnter Weise den Blick auf das mir wohlbekannte Himmelsgewölbe richtete, sah ich mit nicht zu beschreibendem Erstaunen nahe am Zenith in der Cassiopea einen strahlenden Fixstern von nie gesehener Grösse. In der Aufregung glaubte ich meinen Sinnen nicht trauen zu können. Um mich zu überzeugen, dass es keine Täuschung sei, und um das Zeugniss Anderer einzusammeln, holte ich meine Arbeiter aus dem Laboratorium und befragte alle vorbeifahrenden Landleute, ob sie den plötzlich auflodernden Stern ebenso sähen als ich. Später habe ich erfahren, dass in Deutschland Fuhrleute und „anderes gemeines Volk“ die Astronomen erst auf die grosse Erscheinung am Himmel aufmerksam machten. Sein Lichtglanz übertraf den des Sirius, der Leier und des Jupiter. Man konnte ihn nur der Helligkeit der Venus gleich setzen, wenn sie der Erde am näch-

sten steht. Menschen mit scharfen Augen erkannten bei heiterer Luft den neuen Stern bei Tage selbst in der Mittagsstunde. Zur Nachtzeit, bei bedecktem Himmel, wenn alle anderen Sterne verschleiert waren, wurde er mehrmals durch Wolken von mässiger Dicke gesehen. Bereits im December 1572 fing die Lichtstärke an abzunehmen; der Stern wurde dem Jupiter gleich; im Januar 1573 war er minder hell als Jupiter; sein Glanz nahm immer mehr ab, endlich im März 1574 verschwand der neue Stern, nachdem er 17 Monate lang geleuchtet, spurlos für das blosse Auge.[7]) Bei seinem ersten Erscheinen war er 2 Monate lang weiss; dann ging er durch die gelbe Farbe in die rothe über; im Mai 1573 kehrte die weissliche Farbe zurück und so blieb er bis zum völligen Verschwinden."*)

„Die Dauer des Leuchtens neuer Sterne ist, nach von Humboldt,**) die kürzeste gewesen in den Jahren 389, 827 und 1012. In dem ersten der genannten Jahre war sie 3 Wochen, in dem zweiten 4, in dem dritten 3 Monate. Dagegen hat des Tycho Stern in der Cassiopea 17 Monate lang geleuchtet; Kepler's Stern im Schwan volle 21 Jahre bis zu seinem Verschwinden."

Was besonders merkwürdig erscheint, das ist die kurze Dauer dieser neuen Sterne. Wie soll man sich erklären, dass diese Sterne, wenn sie wirklich welche waren, nie eine längere Reihe von Jahren geleuchtet haben und überhaupt nicht für immer sichtbar geblieben sind? Tycho stellte kühn eine Theorie über die Bildungs- und Gestaltungsprocesse der Sterne aus kosmischem Nebel auf, welche viel Analogie mit der des grossen William Herschel hat. Er glaubt, dass der dunstförmige, in seiner Verdichtung leuchtende Himmelsstoff sich zu Fixsternen balle. Dieser überall verbreitete Himmelsstoff habe schon eine gewisse Verdichtung in der Milchstrasse, die in einem milden Silberlichte aufdämmere. Deshalb stehe der neue Stern in der Regel am Rande der Milchstrasse selbst.***) Aber was wird aus dem Himmelsstoffe, wenn der Stern wieder verschwindet? Verliert er nur seine Leuchtkraft oder zerstreut er sich wieder in den Weltenraum? Dieselben Fragen kann man in Bezug auf die im Alterthume erschienenen Sterne aufwerfen, welche, nachdem sie Jahrhunderte lang geleuchtet hatten, plötzlich erloschen, ebenso in Bezug auf die, welche immer lichtschwächer werden, auf die, deren Glanz einem periodischen Wechsel unterliegt und auf die, deren Licht immer stärker wird und die zu einer nicht unbedeutenden Grösse wachsen. Sind die Sterne Zerstörungen ausgesetzt, werden sie vom Feuer verzehrt oder unterliegen sie anderen Katastrophen? Solche Er-

*) v. Humboldt's Kosmos Bd. III. S. 216.
**) Ebenda Bd. III. S. 232.
***) Ebenda Bd. III. S. 219.

scheinungen, die in den tiefsten Tiefen des Weltenraumes vorgehen, werden wohl für ewig unerklärt bleiben.

Das Vorstehende haben wir deshalb aufgenommen, um wenigstens theoretisch es wahrscheinlich zu machen, dass die Sonne eben solchen Umwälzungen und Veränderungen unterworfen sein könne. Zwar hat sie seit vielen Jahrhunderten ganze Licht- und Wärmeströme entsandt, ohne an Kraft abzunehmen, ebenso wenig wie man eine Zunahme wahrgenommen hat; aber wie kurz ist der Zeitraum, über welchen sich die Beobachtungen des Menschen erstrecken! Jedenfalls nicht lang genug, um eine Schwächung der Sonne seit ihrem Bestehen und die Möglichkeit einer solchen in der Zukunft zu bestreiten. Ist uns doch selbst die Natur des Sonnenkörpers noch unbekannt. Um das Gleichbleiben der so kräftigen Einwirkung der Sonne auf die Planeten zu erklären, nimmt man gewöhnlich an, dass sie ebenso viel gewinnt, als sie verliert, und von manchen Seiten meint man, dass in die Sonne stürzende Kometen eben den Verlust ersetzten. Wir glauben aber, dass hier ganz andere Kräfte ins Spiel kommen, und stimmen von Humboldt bei, der sich*) folgendermassen ausspricht: „Ist das Selbstleuchten aller Sonnen des Firmaments Folge eines electro-magnetischen Processes in ihrer Photosphäre; so kann man sich (ohne locale und temporäre Verdichtungen der Himmelsluft oder ein Dazwischentreten sogenannter kosmischer Gewölke anzunehmen) diesen Lichtprocess als mannigfaltig verschieden: einmalig oder periodisch, regelmässig oder unregelmässig wiederkehrend, denken. Die elektrischen Lichtprocesse unseres Erdkörpers, als Gewitter im Luftkreise oder als Polar-Ausströmungen sich darstellend, zeigen neben vieler unregelmässig scheinenden Veränderlichkeit doch oft ebenfalls eine gewisse von Jahreszeiten und Tagesstunden abhängige Periodicität. Dieselbe ist sogar oft mehrere Tage hintereinander, bei ganz heiterer Luft, in der Bildung kleines Gewölks an bestimmten Stellen des Himmels bemerkbar, wie die oft vereitelten Culminations-Beobachtungen von Sternen beweisen."

Dass wir einen Verlust an ursprünglicher Wärme bei der Erde zugestehen und gleichwohl Buffon's Hypothese über die noch fortdauernde und immer weiter gehende Abkühlung derselben für wenig wahrscheinlich halten, dafür spricht — um es möglichst kurz anzugeben — Folgendes. Die Temperatur der Quellen und Schachte nimmt mit der Tiefe zu, so dass der Schluss, die Erde sei in ihrem Innern in feurig flüssigem Zustande, gerechtfertigt erscheint; gleichwohl gelangt nur eine sehr geringe Wärmemenge an die bereits abgekühlte Oberfläche, wie daraus hervorgeht, dass die den Polen nahe

*) Kosmos Bd. III. S. 228.

gelegenen Länder und Meere, welche mehrere Monate lang von den Strahlen der Sonne gar nicht und während der übrigen in sehr schräger Richtung, so dass sie keine rechte Kraft entwickeln können, getroffen werden, viele Fuss tief gefroren bleiben. Es unterliegt hiernach keinem Zweifel, dass die ganze Wärme, welche sich in diesen Polargegenden auf der Oberfläche zeigt, von der Sonne herrührt oder von electrochemischen Processen, die sie einleitet.

Nach Fourrier's allgemein als begründet angenommener Rechnung reicht die Menge der Sonnenwärme, welche zur Erde gelangt und in die Oberfläche derselben eindringt, aus, den fortwährend an den Polen stattfindenden Wärmeverlust zu ersetzen und somit einen Gleichgewichtszustand in Betreff der Temperatur zu erhalten. So begründet aber auch diese Rechnung sein mag, alle Zweifel darüber, ob die Erde sich dennoch nicht weiter abkühle und also, wenn auch erst nach vielen Jahrhunderten, Buffon's Hypothese von einer vollständigen Erkaltung doch noch in Erfüllung gehen werde, dürfte sie nicht beseitigen. Nun stehen ihr aber gewichtige astronomische Thatsachen zur Seite, indem sich mit mathematischer Gewissheit nachweisen lässt, dass wenigstens in geschichtlicher Zeit weder eine Störung, noch eine Abnahme in der Eigenwärme der Erde eingetreten ist. Wenn nämlich die Erde eine allgemeine Abkühlung erlitte, so würde sie sich zusammenziehen und ein kleineres Volumen einnehmen; folglich würde sie eine schnellere Rotationsgeschwindigkeit erhalten und ihre tägliche Umdrehung in kürzerer Zeit zurücklegen. Das Umgekehrte würde bei einer allgemeinen Temperatursteigerung eintreten. Hieraus folgt nun, dass, wenn die Umdrehung der Erde um ihre Axe jetzt weder schneller noch langsamer als ehedem erfolgt, in den allgemeinen Wärmeverhältnissen derselben keine Aenderung eingetreten sein kann. Die Chaldäer, denen die Pendelgesetze unbekannt waren, suchten die Länge des siderischen Tages aus der Bewegung des Mondes zu bestimmen. Nun haben die Chaldäer und Araber das Fortrücken des Mondes genau so gefunden, wie es jetzt noch ist, wenigstens ergiebt sich in der Länge des siderischen Tages noch nicht einmal ein Unterschied von dem hundertsten Theile einer Secunde. Wenn ferner die Temperatur der Erde in 2000 Jahren auch nur um 1 Grad abgenommen hätte, so würde dies das Volumen derselben um ein Hunderttausendstel verringert haben, wenn man für die Erde, wie es höchst wahrscheinlich ist, die Volumenveränderung durch die Wärme der des Glases gleich setzt. Aus diesen Rechnungen, die sich auf mechanische Principien gründen, haben nun die Astronomen, namentlich Laplace, den Schluss gezogen, dass seit den geschichtlichen Zeiten die Dauer des siderischen Tages sich nicht um ein Hundertstel einer Secunde und die Eigenwärme der Erde sich nicht um $^1/_{170}$ Grad Celsius verändert habe.

Es fragt sich nun weiter, wenn die Erde auch im Ganzen an ihrer Eigenwärme keinen Verlust erlitten hat, ob nicht in der Vertheilung dieser Temperatur auf die verschiedenen Gegenden der Erde eine merkliche Veränderung eingetreten sein könne. Hier machen wir darauf aufmerksam, dass eine wesentliche Veränderung des Klimas einer Gegend vor allem durch eine Aenderung in der Lage der Erdpole herbeigeführt werden würde. Um die gewaltigen Umwälzungen, welche die Geologen thatsächlich nachgewiesen haben, zu erklären, ist man wirklich auch auf diesen Gedanken eingegangen. So hat man, anstatt diese Umwälzungen, die, wie man allgemein annimmt, plötzlich stattgefunden haben, einer Hebung der Continente oder dem Aufsteigen einer Gebirgskette zuzuschreiben, in das Centrum der Erde einen ungeheueren Magnetstein versetzt, der nach Art der Kometen von einem Pole zum anderen wandern, den Schwerpunkt verschieben und ebenso die Gewässer des Meeres nach sich ziehen soll, sodass eine abwechselnde Ueberschwemmung der beiden Hemisphären die Folge davon wäre. Arago, auf den wir bereits mehrmals Bezug genommen haben, hat diese Hypothese in ihrer ganzen Unwahrscheinlichkeit und Hohlheit dargelegt, und wir verzichten daher auf ein weiteres Eingehen auf dieselbe.[8]) Uebrigens scheint man bei dieser Veränderung in der Lage der Pole ganz übersehen zu haben, dass die Erde ein an den Polen abgeplattetes und am Aequator verdicktes Sphäroid ist, und dass gerade diese Form, welche die Erde zu der Zeit annehmen musste, als sie sich noch im flüssigen Zustande befand, dafür spricht, dass keine Aenderung in der Lage der Rotationsaxe stattgefunden haben kann. Die Pole und der Aequator finden sich jetzt noch eben da, wo sie in der ersten Bildungsepoche der Erde lagen, in jener fernen Zeit, in welcher die Erde wahrscheinlich nichts weiter als eine feurig flüssige Masse war.

Eine Aenderung der astronomischen Gesetze, nach welchen die Jahreszeiten sich richten, würde eine Störung in der Temperatur und in den meisten meteorologischen Erscheinungen auf der Oberfläche der Erde zur Folge haben. Es fragt sich nun, ob eine solche Aenderung stattfinden könne und wohl gar einmal eintreten müsse. Wenn die Ebene, in welcher die Erde sich um die Sonne bewegt, mit dem Aequator zusammenfiele, so würden unter allen Breiten die Tage und die Nächte gleiche Länge haben, und dieselbe Lichtmenge würde auf alle Theile der Erde fallen. Dem ist jedoch nicht so. Die Differenzen zwischen der Tages- und Nachtlänge, die in den verschiedenen Zeiten des Jahres eintreten, ebenso die fortwährenden Temperaturveränderungen in den einzelnen Jahreszeiten werden durch die Neigung der Erdaxe gegen ihre Bahn bedingt; denn die Ebene der Ekliptik —, in welcher die Sonne ihren scheinbaren Lauf

beschreibt, auf der sich aber der Mittelpunkt der Erde bei dem Laufe derselben um die Sonne in Wirklichkeit bewegt — ist gegen den Aequator um $23^{0}27'$ geneigt. Nun ist jedoch diese Neigung einer secularen Variation unterworfen, indem im Augenblicke des Aequinoctiums die Sonne den Aequator in jedem Jahre an einer anderen Stelle schneidet, und zwar jährlich um $50^{103}/_{1000}$ Bogensecunden in der Richtung von Osten nach Westen zurückbleibt. Diese jährliche und regelmässige Bewegung, das sogenannte Vorrücken der Tag- und Nachtgleichen, hat ihren Grund in der abgeplatteten Gestalt der Erde und in der Anziehung des Mondes, und vollendet den Weg durch die ganze Ekliptik in Zeit von 25867 Jahren, dem sogenannten grossen Jahre der Chaldäer.

Geht man nun auf die ältesten astronomischen Beoabachtungen zurück, so ergiebt sich, dass sich die Ebenen der Ekliptik und de Aequators einander genähert haben und dass in Folge dieses Vorrückens (Präcession) der Tag- und Nachtgleichen die Sternbilder der Ekliptik eine westliche Verschiebung um ungefähr 30 Grad erfahren haben. Hieraus hatte man den Schluss gezogen, dass schliesslich diese beiden Ebenen zusammenfallen müssten, also auf der ganzen Erde nicht nur Tag und Nacht gleiche Länge erhalten würden, sondern auch der Unterschied der Jahreszeiten und die meisten der sie begleitenden meteorologischen Erscheinungen verschwinden müssten. Denn wenn die Sonne aus der Ebene des Aequator nicht mehr herausträte, würde jede Gegend eine constante Temperatur erhalten. Wollte man behaupten, dass dann auf der ganzen Erde dieselbe Temperatur und ein ewiger Frühling herrschen würde, so wäre dies ein sehr grober Irrthum; im Gegentheil würde ein sehr grosser Theil der Erde dann ganz unbewohnbar werden, wie ja jetzt schon zur Zeit der Frühlings- Tag- und Nachtgleiche Dänemark, Schweden, das nördliche Russland, Sibirien noch mit Schnee bedeckt sind und die Flüsse daselbst eine dicke Eisdecke tragen. In dem in Rede stehenden Falle würden diese Länder für immer in diesem Zustande bleiben, während jetzt nach dem Frühlings-Aequinoctium die dem Sommer- Solstitium entgegenrückende Sonnee von Tag zu Tag in den nördlichen Ländern höher steigt, Eis und Schnee schmilzt, die Natur aus dem Winterschlafe erweckt, selbst Getreide zur Reife bringt und durch ihr längeres Verweilen über dem Horizonte ein ganz ausserordentliches Treiben in der Pflanzenwelt veranlasst. Doch seien wir unbesorgt; der Traum eines ewigen Frühlings oder vielmehr das Zusammenfallen der Ebene des Aequators mit der der Ekliptik, wird niemals eintreten. Arago sagt: „Die Theorie hat über die Ursache der Veränderung dieses Neigungsverhältnisses Aufschluss gegeben; sie hat aber auch gezeigt, dass nach Verlauf einer bestimmten Zeit, wenn die Annäherung beider Ebenen eine gewisse

Grösse erreicht hat, wieder eine Zunahme der Entfernung zwischen ihnen eintritt, dass die hierbei eintretende Oscillation in ziemlich enge Grenzen eingeschlossen ist und dass durch diesen Vorgang nur unbedeutende Veränderungen in den klimatischen Verhältnissen der Erde herbeigeführt werden können."

Vulkane und Erdbeben.[9])

Die Oberfläche der Erde, des Wohnsitzes des Menschen, scheint fest zu sein; gleichwohl erzittert sie fast stündlich unter unseren Füssen und droht ganze Völker zu verschlingen. Einige Erdbeben haben ihren Grund in dem Zusammenbrechen grosser Höhlen im Innern der Erdrinde, die Mehrzahl aber wird durch die Thätigkeit vulkanischer Kräfte bedingt. Es drängt sich nun die Frage auf, ob in früheren Zeiten dieselben zahlreicher und schrecklicher gewesen sind, als jetzt, und darauf scheint man unbedenklich bejahend antworten zu können, wenn man die grosse Zahl der erloschenen Vulkane bedenkt.[10]) Gleichwohl dürften so manche Beispiele aus der neueren Zeit uns in unserem Sicherheitsgefühle stören und uns zum Bewusstsein bringen, dass wir auf unsicherem, uns in jedem Augenblicke zu verschlingen drohendem Boden stehen, wenn es nicht in der Natur des Menschen begründet wäre, überstandene Leiden zu vergessen und die Augen vor Gefahren zu verschliessen, die zwar mit Entsetzen erfüllen, aber deren Eintreten zweifelhaft ist.*)

Seneca hatte in jüngeren Jahren ein Buch über die Erdbeben geschrieben, welches aber nicht auf uns gekommen ist; wir finden indessen bei den Schriftstellern des Alterthums Nachrichten von den bedeutendsten derselben. Tyrus, die Königin der Meere, war in dieser Beziehung allgemein bekannt. In Libyen gingen, nach dem heiligen Augustin, 100 Städte durch ein Erdbeben zu Grunde. Unter der Regierung des Tiberius traf dasselbe Loos 12 Städte in Asien, und einige Jahre später wurden Achaia und Macedonien arg mitgenommen. Im Jahre 79 kam bei dem berüchtigten Ausbruche des Vesuvs, bei welchem Herculanum, Stabiä und Pompeji verschüttet wurden, Plinius ums Leben. Pompeji war bereits 63 v. Chr. einmal zur Hälfte zerstört worden. Vom Jahre 79 bis 1803 hat man 34 grosse Ausbrüche des Vesuv gezählt. Antiochia, jene blühende Stadt Syriens, von welcher jetzt nur noch Ruinen übrig sind, erlitt dreimal schwere Erdbeben und bei dem letzten kamen nicht weniger als 60000 Menschen ums Leben.

---

*) Thales suchte den Grund für die Erdbeben in den Gewässern der Erde; Aristoteles und Theophrast leiteten sie von der Gewalt der in den Schluchten der Erdtiefe sich einfangenden Winde ab; Anaximenes von dem Einsturze von Höhlen; Anaxagoras glaubte, sie hätten denselben Ursprung wie der Blitz und die Gewitter.

Die Vulkane der Cordilleren bedrohen, wie Buffon sagt, die dortigen Bewohner mit einem jähen Tode. Von Lima blieben nach dem Erdbeben von 1746, dessen Erschütterung 15 Minuten lang anhielt, nur 27 Gebäude stehen. Bei dem Erdbeben vom 23. October 1847 in Mexico verschwand die Stadt Atlixco ganz und der grösste Theil der Einwohner kam mit um.

Europa ist häufig von Erdbeben heimgesucht worden: das von 468 zerstörte die Stadt Vienne in der Dauphine und veranlasste die öffentlichen Gebete zum heiligen Mamertus, der daselbst Erzbischof gewesen war; das vom 24. October 842 im nördlichen Frankreich hielt sieben Tage an. Unter dem Papste Pius II. zerstörte ein Erdbeben zu Neapel alle Paläste und Kirchen und kostete 30000 Personen das Leben. Catanea ist durch die Ausbrüche des Aetna mehrmals zerstört worden; am schrecklichsten ging es zu 1669, 1693, 1783 und 1818: im Jahre 1669 kamen daselbst 18000 Menschen um und 1783 sogar mehr als 60000. Am 16. December 1857 war das südliche Italien der Schauplatz einer mehrere Wochen lang sich immer wieder einstellenden Erderschütterung; fünf Städte: Potenza, Salerno, Matera, Nocera und Amalfi und mehr als 40 kleinere Ortschaften litten mehr oder minder und 25000 bis 30000 Menschen sollen dabei getödtet und verwundet worden sein.[11]) — Am 21. Februar 1858 um 11 Uhr 25 Min. wurde Korinth durch einen Erdstoss, welcher acht volle Stunden dauerte, vollständig zerstört.

Das Erdbeben vom 1. November 1755 wurde in ganz Europa verspürt, zerstörte Lissabon fast ganz und gar und tödtete daselbst und in der Umgegend 40000 Menschen. Am 12. October 1851 erfolgte beinahe eine Viertelstunde lang ein Erdstoss auf den anderen an mehreren Stellen Albaniens: zu Valona stürzte eine grosse Zahl von Gebäuden ein und etwa 2000 Personen kamen um. Nicht minder unheilvoll war die Erschütterung vom 15. Juli 1853 um 2 Uhr Nachmittags, durch welche die schon öfter heimgesuchte Stadt Cumana, an der Mündung des Manzanares, gänzlich zerstört wurde, und bei welcher Gelegenheit der Oberst Paez in einer Kaserne mit einer ganzen Compagnie Artillerie umkam. Am 3. Juni 1853 fand bei Erzerum ein Erdbeben statt, welches zu Schiras, der Vaterstadt der beiden Dichter Hafiz und Saadi, und zu Kaschan ungefähr 15000 Menschen das Leben kostete. Die Menge der Leichen veranlasste zum Unglück noch eine pestartige Epidemie. Am 18. August 1853 gegen $11^1/_2$ Uhr zerstörte ein heftiges Erdbeben einen Theil der Stadt Theben und begrub viele Einwohner unter den Häusertrümmern; die Erderschütterung hielt 40 Tage lang an, bis in der Nacht des 30. September ein neuer und stärkerer, bis nach Athen hin fühlbarer Stoss die Zerstörung Thebens vollendete. Nach dem 30. zitterte der Boden noch immer und legte man sich mit dem Ohre

auf die Erde, so hörte man ein fortwährendes Rollen wie von einer fernen Kanonade.

Nach Ammianus Marcellinus war unter Valentinian I. ein Erdbeben, welches in der ganzen damals bekannten Welt gefühlt wurde; gleichwohl wurde durch diese grosse Erschütterung, wie Buffon bemerkt, nirgends ein Gebirge empor gehoben. Ueberhaupt ist seit historischer Zeit auch bei den schrecklichsten Erderschütterungen kein Gebirge entstanden, was mit dem Taurus, den Alpen oder den Cordilleren verglichen werden könnte. Das in ganz Europa empfundene Erdbeben vom 3. Januar 1118 brachte das Wasser der Maas zu einem bedeutenden Steigen. Der erste Erdstoss zu Lissabon 1755 trieb das Wasser des Tajo bis in die Stadt; das Erdbeben von Lima 1586 brachte ein Steigen des Meeres um 14 Klafter hervor und bewirkte eine über 80 geogr. Meilen weitgehende Ueberschwemmung. Die Insel Formosa soll einmal in Folge einer starken Erderschütterung volle 12 Stunden vom Meere bedeckt gewesen sein. Von ähnlichen, freilich nicht immer gehörig beglaubigten Fällen erzählt auch Plinius[12]); die zweifelhafte Atlantis des Plato braucht wohl kaum erwähnt zu werden.

Dass die vulkanische Thätigkeit auch auf dem Grunde des Meeres mannigfache Veränderungen herbeigeführt, ja dass dadurch manche neue Inseln emporgehoben worden sind, ist eine mehrfach erwiesene Thatsache. Wir erinnern nur, dass nach den Versicherungen der Schriftsteller des Alterthums die Insel Rhodus plötzlich aus den Wogen des Meeres emporgestiegen sein soll. Mehrere andere Beispiele finden wir bei Plinius verzeichnet. Am 15. November 1538 erhob sich mitten im Lucriner See der Monte-Nuovo, wobei das Wasser dieses Sees in den Serapistempel und das des Averner Sees in die Grotte der Sibylle eindrang.

Dass bisweilen Inseln und Theile des festen Landes versunken oder von dem Meere verschlungen worden sind, dafür finden sich bei den Schriftstellern des Alterthums mannigfache Belege, so wie auch dafür, dass umgekehrt frühere Inseln mit dem festen Lande in Verbindung kamen. Wir erwähnen hier nur die grosse Naturbegebenheit des Untergangs von Helice und Bura in Achaia (373 v. Chr.), da diese wie A. von Humboldt sagt,[13]) besonders Veranlassung zu Hypothesen über den Causalzusammenhang vulkanischer Thätigkeit gab, und übergehen die übrigen Fälle, da sie nicht immer hinlänglich beglaubigt sind, um lieber einen Fall, der sich in neuester Zeit in Neu-Granada ereignete, anzuführen. Im Jahre 1849 kam der Oberst d'Acosta bei einer Excursion auf dem linken Ufer des Magdalenenstromes an dessen Mündung und sah das Cap Galera-Zamba, welches sich vordem bis zur Insel Aenea ohne Unterbrechung erstreckte, von der Küste abgetrennt. In einer Entfernung von einer

Stunde von der Küste kam man zu einer schmalen Stelle, auf welcher sich ein kegelförmiger, nackter Erdhügel erhob; es war dies ein ächter, in einen Krater ausgehender Vulkan, aus welchem ein so heftiger Gasstrom emporstieg, dass er Bretter und Holzstücke, welche man hineinwarf, hoch in die Luft emporführte. Die Fischer wagten sich nicht in seine Nähe. Zehn Jahre vorher hatte ein vulkanischer Ausbruch stattgefunden, in Folge dessen das Land sich gesenkt hatte und aus der Halbinsel Galera-Zamba eine Insel entstanden war. An der Stelle, an welcher der Ausbruch eingetreten war, zeigte das Meer eine Tiefe von 25 bis 30 Fuss. Am Sonnabend den 7. October 1848 gegen 2 Uhr früh bemerkte man ein Geräusch, welches schnell an Stärke zunahm, und auf einmal stieg an der Stelle des alten Vulkans aus dem Meere eine Feuersäule auf, welche in einem Umkreise von 15 Meilen wie eine ungeheuere Feuersbrunst die ganze Provinz Carthagena und einen Theil der von St. Martha erleuchtete. Die Bewohner stürzten vor Schrecken aus ihren Wohnungen; es wurde jedoch keine Erderschütterung wahrgenommen, auch zeigte sich kein Aschenregen. Die Feuersäule hielt mehrere Tage an, nahm aber immer mehr an Intensität ab; nach ihrem Erlöschen fand man an der Stelle des alten Vulkans eine sandige Insel, die jedoch einige Wochen später wieder verschwand.

Dass seit die Oberfläche der Erde eine feste Gestalt gewonnen hat, dieselbe bedeutenden Veränderungen unterworfen gewesen ist, das scheint nicht bestritten werden zu können; aber auch das scheint erwiesen, dass seit dem Auftreten des Menschen auf der Erde mit Ausnahme der Sündfluth keine plötzliche und umfangreiche Umwälzung stattgefunden hat. Das Aufsteigen der grossen Gebirgsketten, welches allgemein als die Veranlassung zu solchen Umwälzungen angesehen wird, gehört einer viel früheren Epoche an, und seitdem haben die Vulkane einen bedeutenden Theil ihrer Kraft und Thätigkeit verloren, so dass Buffon mit Recht sagen konnte, dass selbst die schrecklichsten Erdbeben, ungeachtet der fürchterlichen Zerstörungen, die sie angerichtet haben mögen, die Form der Continente nicht wesentlich verändert hätten. Die grossen Meereseinbrüche und das Losreissen mancher Theile des festen Landes, z. B. die Lostrennung Englands von Frankreich und der Durchbruch des Meeres in der Strasse von Gibraltar fallen in die vorgeschichtliche Zeit, in ferne mit einem nicht zu lüftenden Schleier verhüllte Jahrhunderte. Zwar hat man behauptet, dass die Cimbern und Teutonen aus den von ihnen bewohnten Ländern durch einen Einbruch des die Küsten Deutschlands bespülenden Meeres vertrieben worden seien; aber Strabo hat bereits darauf hingewiesen, dass ein solches Ereigniss durch nichts beglaubigt wird.

Die Theorie von Laplace[14]) über die Länge des siderischen

Tages hat gezeigt, dass die Eigenwärme der Erde seit Hipparch von Alexandrien, d. h. seit 128 v. Chr., unverändert geblieben ist.*) Ein analoges Resultat hat Fourrier erhalten und nachgewiesen, dass im Verlaufe von mehreren Jahrhunderten der Verlust an Centralwärme bei der Erde noch nicht $^1/_{288}$ Grad betragen haben könne.**) Arago meint daher, dass man bei Untersuchung des Wärmezustandes der Erde insbesondere der klimatischen Veränderungen, gar nicht auf die Centralwärme, auf die Temperatur des Weltenraumes, auf die Veränderungen der Erdbahn in ihrer Gestalt und Lage, auf die Licht und Wärme spendende Kraft der Sonne zurücksichtigen brauche, sondern, dass dabei nur die Veränderungen in Betracht kämen, welche auf der Erdoberfläche selbst eintreten.***)

Ungeachtet alles dies richtig ist und zugegeben werden muss, kann man doch nicht behaupten, dass der zeitige Zustand der Dinge auf der Erde für immer derselbe bleiben werde. Wir haben zwar gesehen, dass die Thätigkeit und Kraft der Vulkane, die Reaction des Erdinnern gegen die feste Erdrinde, nicht mehr so gewaltig ist wie früher; aber unsere Erfahrung umfasst nur die wenigen historischen Jahrhunderte und erscheint mithin nicht ausreichend. Es wäre doch wohl möglich, dass in den Polarregionen oder mitten im grossen Oceane ein grosser Continent emporgehoben würde. Ebenso würde eine Veränderung, welche die Sonne erlitte, oder der Zusammenstoss mit einem ungeheueren Kometen in der ganzen organischen Welt die gewaltigste Störung veranlassen und vielleicht alles Leben auf der Erde unmöglich machen. Indessen so geheimnissvoll auch das Dunkel ist, in welches solche Vorgänge in der astronomischen Welt gehüllt sind, und so wenig wir auch von so grossartigen Zerstörungen wissen, sind wir doch der Meinung, dass für unsere Erde eine solche Katastrophe nicht zu befürchten steht, wie von manchen Seiten keck behauptet wird. Wir fussen hierbei nicht etwa auf die Unermesslichkeit des Weltenraumes und auf die geringe Wahrscheinlichkeit, welche für einen Zusammenstoss eines Himmelskörpers mit der Erde spricht, sondern darauf, dass die auf der Erde vorgegangenen grossen Veränderungen zu Zeiten stattgefunden haben, in denen der Mensch noch nicht geschaffen war. Das Geheimniss der Erschaffung des Menschen, die Festigkeit des Erdbodens, die so gering sie auch scheinbar ist, doch den Wogen des Meeres eine unübersteigliche Schranke setzt, die zur Hervorbringung von Pflanzen und zur Erhaltung des Menschen und der Thiere so günstigen klimatischen Verhältnisse, dies Alles scheint uns kein blosser Zufall und kein eitles Naturspiel zu sein.

*) *Ann. de chim. et de phys.*, t. III. p. 410.
**) Ebendaselbst 1824. p. 136.
***) *Annuaire du bureau des long.*, 1834.

DRITTES CAPITEL.

Veränderung der Klimate und deren geologische Ursachen.

Wenn auch die Erde im Ganzen und namentlich in ihren tieferen Schichten seit dem Auftreten des Menschen keine wesentliche Temperaturveränderung erlitten hat, so ist es doch fraglich, ob man daraus den Schluss ziehen darf, dass auf ihrer Oberfläche auch nicht einmal dergleichen wenigstens local stattgefunden haben, so wie auch Aenderungen in den Verhältnissen der Jahreszeiten und in der Erzeugung organischer, von einem bestimmten Klima abhängiger Wesen wohl denkbar wären. Wir gerathen hier in ein noch wenig angebautes Gebiet und es bleibt uns bei den verschiedenen Ansichten, welche hier aufgestellt worden sind, nichts weiter übrig, als uns an das zu halten, was thatsächlich und erfahrungsgemäss feststeht.

In der Weltgeschichte finden wir die wunderbarsten Wechselfälle. Mehrere grosse Reiche haben sich erhoben und sind dann wieder von der Karte verschwunden. Die Civilisation, welche von der Hochebene Mittelasiens ausging, ist westwärts gerückt, und jetzt sind die Völker, welche den Westen des alten Continents einnehmen, ihre Vertreter. Die Vorsehung befolgt hier, wie es scheint, einen bestimmten Plan und im Leben und in der Entwickelung ganzer Völker mag wohl ebenso wie bei den einzelnen Individuen eine Zeit der Jugend, des kräftigen Mannesalters, des Greisenalters und endlich des Todes zu unterscheiden sein.

Merkwürdig ist es nun, dass die Länder, in welchen früher so mächtige Reiche waren, nicht blos in staatlicher Beziehung heruntergekommen sind, sondern dass auch die Fruchtbarkeit ihres Bodens abgenommen hat, als ob die Natur über den eingetretenen Verfall Trauer angelegt habe. So ist wenigstens der Eindruck, welchen die jetzt fast öden Ebenen Babyloniens, Aegyptens, Phrygiens etc. auf den Reisenden machen. Diese Stimmung spricht sich auch in einem der schönsten Gedichte Byron's aus, in welchem er das jetzige Griechenland mit einer durch ihre Schönheit ausgezeichneten Jungfrau, welche den letzten Todeskampf kämpft, vergleicht.

Beim Hinblick auf solche Trümmer, solche Ruinen, so wüste Länder fragt man nun, ob solch Missgeschick die Folge menschlicher Vernachlässigung, der Verheerungen durch Krieg, der schlechten Regierung sei, oder ob es durch eine wesentliche Veränderung in dem Klima dieser Länder herbeigeführt wurde. Wollte man diese letztere Annahme gelten lassen, so würde man weiter zu untersuchen

haben, ob diese Veränderungen in einer wesentlichen Störung der atmosphärischen Verhältnisse oder einfach in einem Nachlassen der menschlichen Industrie ihren Grund haben. Jedenfalls sind dies zwei der Beachtung höchst werthe Gesichtspunkte, zumal der eine sowohl wie der andere grosse praktische Bedeutung hat.

Fuster zu Montpellier hat über das Klima Galliens seit der Eroberung durch Cäsar bis auf die Jetztzeit eingehende Untersuchungen angestellt und die Grundlage zu einem ordentlichen Systeme der klimatischen Veränderungen geliefert. Um sich eine Idee von der Menge von Thatsachen und dem Werthe der zur Stütze beigebrachten Argumente zu machen, muss man das Werk*) selbst lesen. Fuster kommt im Allgemeinen zu folgenden Resultaten: „Jedes Klima hat Veränderungen erlitten und erleidet solche noch. Dies Gesetz gilt ohne Ausnahme; es machen sich hierbei nur formelle und quantitative Unterschiede geltend. Warum sollen sich auch die Klimate nicht ändern, wenn wir sehen, dass auf der Erdoberfläche sich Alles verändert und erneuert?“ Die Umwälzungen, welche nach Fuster das Klima Frankreichs erfahren hat, hat derselbe in vier Abschnitten, die alle mit der grössten Sorgfalt bearbeitet sind, behandelt: der erste enthält die historischen Documente; der zweite beschäftigt sich mit dem eigentlichen Wesen der Veränderungen und der Widerlegung der mit dem seinigen in Widerspruch stehenden Systemen; der dritte liefert die Zeitbestimmungen und das Verzeichniss der sowohl im nördlichen, als südlichen Frankreich vorgekommenen grossen Veränderungen und auffallendsten Witterungsstörungen; im vierten werden die Ursachen der meteorologischen Umwälzungen, die er eben zusammengestellt hat, einer eingehenden Untersuchung unterworfen, wobei sich das Resultat herausstellt, dass vorzugsweise gewisse physische Erscheinungen und die menschliche Industrie die Schuld tragen.

Buffon hat sich in seinen Werken stets dafür ausgesprochen, dass auf der Erdoberfläche fortwährend Veränderungen vorgehen. Nach G. Cuvier giebt es noch jetzt Viererlei, was auf die Formveränderung des Festlandes und mithin auf die Veränderung des Klimas hinwirkt, nämlich: 1) Regen und Thauwetter; 2) das fliessende Wasser; 3) das Meer; 4) die Vulkane. Arago spricht sich zwar in manchen Beziehungen gegen Buffon's und Cuvier's Hypothese aus, dennoch stellte er in der den Officieren des Schiffes „la Bonite“ ertheilten Instruction auch die folgende Frage: Ist die Erde in

*) *Des changements dans le climat de la France, Histoire de ses révolutions météorologiques, par le docteur Fuster. Paris, Capelle, libraire-éditeur,* 1845.

Hinsicht der Temperatur in einen Gleichgewichtszustand gekommen? A. v. Humboldt spricht sich ebenfalls zweifelnd aus: „Die so oft angeregte Frage, ob die Erde im Lauf der Jahrhunderte beträchtliche Veränderungen erlitten, ob das Klima eines Landes sich verschlechtert hat, ob nicht etwa gleichzeitig die Winter milder und die Sommer kälter geworden sind, kann nur durch das Thermometer entschieden werden; und die Erfindung dieses Instruments ist kaum drittehalbhundert Jahre, seine verständige Anwendung kaum 120 Jahre alt. Die Natur und Neuheit des Mittels setzt also hier den Forschungen über die Luft-Temperatur sehr enge Grenzen." (Kosmos I. S. 182.)

Nach Arago erscheint somit die Frage, ob die Temperatur einer Gegend eine Aenderung erleiden kann, zweifelhaft; nach von Humboldt ist sie sogar unlösbar. Gleichwohl sind gewichtige Stimmen, namentlich de Gasparin, Schow, de Candolle, Martins und Dureau de la Malle für Fuster's Hypothese in die Schranken getreten, so dass man durchaus nicht sagen kann, es sei bereits über dieses wichtige Problem eine bestimmte Ansicht zur Geltung gekommen. Ehe wir selbst auf diesen Gegenstand näher eingehen, wollen wir nur darauf aufmerksam machen, dass aller Streit ein Ende haben würde, wenn man statt vom Klima von dem Boden sprechen wollte. Es ist gewiss nicht zu läugnen, dass die Oberfläche der Erde sich allenthalben geändert hat und noch fortwährend ändert; hiermit ist eine Veränderung in der Pflanzen- und Thierwelt nothwendig verbunden gewesen und ebenso ist der Wohlstand der einzelnen, wie die Macht und der Reichthum ganzer Völker hierdurch wesentlich beeinflusst worden. An der Stätte wohlhabender Orte findet man bisweilen nur Ruinen, und früher durch reichen Ertrag ausgezeichnete Flächen liegen jetzt oft brach; Länder, welche von einer kräftigen und muthigen Völkerschaft bewohnt waren, gewähren jetzt stellenweis kaum einer geringen Zahl den nöthigen Unterhalt und das ist dann überdies ein kraftloses und kränkliches Geschlecht. Der Ganges ist nicht von jeher der Herd der Cholera gewesen, und ebenso Aegypten nicht der der Pest. Untersuchen wir daher, ob im Verlauf von Jahrhunderten und aus nachweisbaren Gründen in dem Klima mancher Gegenden der Erde eine Störung eingetreten ist, oder ob die Ruinen, die wir antreffen, ob die fürchterlichen Epidemien, die wir bereits bezeichnet haben, in der Nichtbefolgung hygienischer (gesundheitlicher) Vorschriften und in dem moralischen Verfalle der Menschen und Völker ihren Grund haben, ohne dass es möglich wäre, eine Veränderung in den meteorologischen Erscheinungen anzugeben.

Veränderung des Meeresbodens.

Nach Buffon ist die fortwährende Bewegung des Meeres in der Richtung von Osten gegen Westen eine Hauptursache der auf der Erde vorgehenden Veränderungen. An den östlichen Küsten sowohl der alten als der neuen Welt soll nach ihm das Meer sich eines Raumes von ungefähr 250 geographischen Meilen bemeistert haben. Alle Meeresstrassen haben eine Richtung von Osten nach Westen, und so scheinen namentlich die Magelhansstrasse, die Hudsonstrasse, die der Insel Ceylon, die Strasse von Korea und die von Kamtschatka dem Einbruche des Wassers und der Gewalt der Fluthen ihre Entstehung zu verdanken. Auch ist es, wie bereits oben bemerkt wurde, wahrscheinlich, dass England vordem einen Theil des Festlandes ausmachte und mit Frankreich zusammenhing, wobei es freilich dahin gestellt bleibt, ob diese Abreissung durch ein Erdbeben oder durch den Einbruch des Oceans zu Stande gekommen ist; ein schlagender Beweis dafür zeigt sich aber in den Erd- und Felsschichten an der Küste von Dovre und der zwischen Calais und Boulogne, denn längs der beiderseitigen Küsten stimmen die Felsen in ihrer Natur und ihrer Zusammensetzung überein.

An vielen Stellen der französischen, englischen, holländischen und deutschen Küste scheint das Meer zurückgetreten zu sein. Hubert Thomas erzählt in seiner Beschreibung des Lütticherlandes, dass die Mauern der Stadt Tongeren, die jetzt etwa 17 Meilen vom Meere entfernt ist, dicht an demselben gelegen haben. Zur Zeit dieses Geschichtschreibers sah man noch an den Mauern die eisernen Ringe, an welchen man die Schiffe festzulegen pflegte. Ravenna war früher ein Hafen des adriatischen Meeres. In England war in Kent bei Hith ein Hafen, den man trotz aller Anstrengungen nicht zu halten vermocht hat. Nach Buffon hebt sich der Boden des adriatischen Meeres fortwährend und die Lagunen würden, wenn man die Kanäle nicht ausräumte, bald zu festem Lande werden, wie es mit den meisten Häfen, kleinen Buchten und an den Flussmündungen der Fall ist. Der Ort Aigues-Mortes, wo Ludwig IX. sich 1248 und 1270 zum Kreuzzuge einschiffte, liegt jetzt eine Stunde weit vom Ufer. Psalmodi gehört jetzt zum festen Lande und war früher eine Insel. Damiette, jetzt etwa zwei Stunden vom Meere, war zur Zeit Ludwig's IX. des Heiligen, der sie 1249 einnahm, eine wichtige Seestadt.

Dass das Regenwasser, das der Ströme und Flüsse fortwährend von den Bergen und aus den Ebenen erdige Massen fortführt und in dem Meere ablagert, ist eine ausgemachte Sache, namentlich halten der Nil und der gelbe Fluss Schlamm in Menge und man hat bereits Rechnungen über die Zeit angelegt, in welcher sie den vor-

liegenden Meerestheil vollständig ausfüllen würden.[15]) Darf man deshalb aber wohl mit Buffon die Folgerung ziehen, dass nach Jahrhunderten aus den Golfen festes Land werden würde, umgekehrt aus den Landengen Meeresstrassen, aus den Sümpfen trockenes Land und aus den Gipfeln unserer Gebirge Meeresklippen? Unter solchen Umständen würde sich das Verhältniss zwischen dem Festlande und dem Meere geradezu umkehren, und in der Richtung der Winde und folglich auch in den Regen- und Temperaturverhältnissen würden wesentliche Veränderungen eintreten. Wir machen indessen darauf aufmerksam, dass diese Umgestaltung nur äussert langsam vor sich geht, da seit 5000 Jahren die Geographie der Meere, wenn man sich so ausdrücken kann, nicht merklich anders geworden ist. Die Ebenen, Gebirge und Flüsse sind ebenso, wie wir noch sehen werden, dieselben wie im fernsten Alterthume. Diese Hypothese würde also, damit eintritt, was sie behauptet, unzählige Jahrhunderte erfordern.

Wir dürfen hierbei übrigens nicht vergessen, dass hiermit die Frage noch nicht beantwortet ist, ob bei dem Rückweichen des Meeres die Tiefe desselben zu oder das Volumen des Wassers abnimmt. Soviel steht aber jedenfalls fest, dass die angeführten Veränderungen, welche das Meer erlitten hat, nur von geringem Umfange und geringer Bedeutung gewesen sind, und dass sie auf die Beschaffenheit der Atmosphäre und auf die Temperatur eines Landes keinen merklichen Einfluss haben ausüben können.

Flüsse und Quellen im Alterthume und in neuerer Zeit.

Diejenigen Schriftsteller, welche behauptet haben, dass manche Erdbeben oder vulkanische Ausbrüche den Lauf der Flüsse geändert und ansehnliche Quellen geöffnet hätten, haben keine rechten Belege für ihre Behauptung beibringen können. Keiner der grossen Flüsse, die bereits im Alterthume vorhanden waren, ist verschwunden, keiner hat eine Zunahme erfahren, kein neuer Fluss ist entstanden. Die Bewohner von Khiwa behaupten freilich, dass der Lauf des Oxus (Amu) durch die Erdbeben, welche in ihrem Lande nicht selten sind, Anfangs des 14. Jahrhunderts verändert worden sei; die Sache steht aber keineswegs fest, wiewohl sie nicht undenkbar ist. Ferner giebt es noch einen Fluss, den mythologischen Eridanus, der auf keiner Karte zu finden ist; aber schon Herodot stellte seine Existenz in Zweifel. Kein Geschichtschreiber oder verlässlicher Geograph hat über die Quelle, den Lauf und die Mündung dieses mysteriösen Flusses etwas angegeben und selbst die Dichter verstehen unter dem Eridanus bald den Po, bald die Rhone und stellenweis selbst den Rhein.

Seneca sagt mit Recht: *) „Es giebt eine Art Wasser, welches nach unserer Meinung mit der Welt angefangen hat. Ist sie ewig, so war es auch diese Art, oder hat sie einen Anfang gehabt, so ist sie ebenfalls mit dem Ganzen erschaffen worden. Was das für ein Wasser sei, frägst Du? Der Ocean und jedes Meer das daraus entspringt und zwischen den Erdtheilen hinströmt. Einige meinen auch, dass die Flüsse, deren Ursprung unerklärlich ist, mit der Welt zu sein angefangen hätten, als die Donau und der Nil, diese ungeheueren Ströme, die viel zu gross sind, als dass man ihnen mit den übrigen Flüssen einen gleichen Ursprung zuschreiben könnte." In Betreff des letzteren Punktes ist Seneca freilich im Irrthume, denn die kleinen Flüsse sind gewiss nicht minder alt als die Donau, der Nil, der Ganges und der Euphrat.

Einer Aufzählung der Flüsse der alten Welt, welche uns zur Bestätigung dienen könnte, möchte es wohl nicht bedürfen; denn wir könnten alle grössern und kleinern Flüsse und alle im Alterthume bereits bekannten Seen anführen, um zu zeigen, dass sie nicht nur noch vorhanden sind, sondern auch keine wesentliche Veränderung erlitten haben. Eben dies gilt von den Flüssen der neuen Welt, die seit ihrer Entdeckung und gewiss auch lange vordem, so unveränderlich gewesen sind, wie die Andeskette und das Alleghany-Gebirge. Auch die Quellen finden sich jetzt noch vor, deren Namen und Oertlichkeit die alte Geschichte uns aufbewahrt hat: der castalische Quell springt noch am Fusse des Parnasses in Phocis; die Aganippe und Hippokrene sprudeln noch am Fusse des Helicon etc. Ja selbst die Geschichte der warmen Quellen würde uns, wenn es nöthig sein sollte, noch fernere und schlagende Belege dafür bieten, dass die meteorologischen Phänomene auf der Erde keine Störung erfahren haben.

Die Erde hat zwar vielfache Verwüstungen durchgemacht und manches grossartige Menschenwerk verfallen sehen, wie z. B. von den sieben Weltwundern die Pyramiden allein dem nagenden Zahne der Zeit oder der rohen Zerstörungswuth entgangen sind; aber die Flüsse und sogar die Quellen, die Werke der Vorsehung selbst, sind uns alle geblieben. Wir sind also wohl zu dem Schlusse berechtigt, dass seit vielen Jahrhunderten auf der Erdoberfläche keine Veränderung eingetreten ist, welche in den atmosphärischen Niederschlägen und mithin auch in der Verdunstung, welche auf der Meeresfläche stattfindet, ferner in den Winden, welche hierauf einen so bedeutenden Einfluss ausüben, eine wesentliche Störung veranlasst hätte, und folglich können wir wohl auch behaupten, dass in den Temperaturverhältnissen, von welchen die Winde und Nieder-

*) *Quaest. nat.* III. cap. 22.

schläge auf der ganzen Erde bedingt werden, keine Aenderung stattgefunden hat.

Erhöhung des Erdbodens.

Als 1829 Arago bei Gelegenheit der wichtigen Untersuchungen, die Élie de Beaumont über das relative Alter der Gebirge angestellt hatte, von einer allmäligen und anhaltenden Hebung einiger Gegenden der Erde sprach, erlebte er mehrseitigen Widerspruch, sodass er sich später 1832 veranlasst fand, Folgendes zu entgegnen: „Im Norden der Ostsee oder vielmehr in dem bothnischen Meerbusen giebt es auf Felsen, die noch jetzt vom Meere bespült werden, unverrückbare Merkzeichen, die man von Zeit zu Zeit beobachtet und die den unumstösslichen Beweis liefern, dass sich das Meer immermehr von ihnen zurückzieht.“ Dass das Meeresniveau wirklich abnehme, kann man zur Erklärung dieser Erscheinung durchaus nicht annehmen, denn sonst müsste diese Abnahme an der nördlichen Küste Deutschlands in gleicher Weise wie in Schweden bemerkbar sein, womit jedoch die Erfahrung in Widerspruch steht. Es bleibt also nichts weiter übrig, als anzunehmen, dass sich der Boden von Skandinavien selbst hebt. Nach Hallström beträgt an der Westküste des bothnischen Meerbusens die Hebung in hundert Jahren durchschnittlich $4^3/_4$ Fuss; in geringerer Breite scheint dieselbe nicht so bedeutend zu sein, denn an den Küsten von Halland und Skäne findet man keine Spuren davon, ebenso auch an der Westküste im Kattegat. Die Erscheinung ist also hier rein lokal und auf einen bestimmten Raum begrenzt, wahrscheinlich in Folge eines bestimmten vulkanischen Herdes, und wird vielleicht nach längerer oder kürzerer Zeit zum Stillstande kommen, wenn man nicht gar eine später wieder eintretende Senkung annehmen will. [16])

Oben haben wir von den erdigen Stoffen gesprochen, welche die Flüsse mit sich führen. Aegypten ist nun das Land, in welchem die Erhöhung des Bodens am auffallendsten erfolgt, indem der Nil bei seinen periodischen Ueberschwemmungen immer neuen Schlamm ablagert. Schon im Alterthume bezeichnete man deshalb Aegypten als ein Geschenk des Nils, da man wusste, dass ein grosser Theil dieses Landes seine Entstehung den Ablagerungen dieses Flusses zu danken hatte. Nach Herodot war zur Zeit des Menes, des ältesten ägyptischen Königs, unterhalb des jetzigen Sees Möris noch gar kein Land, und zu seiner Zeit stiess man bereits in einer Entfernung von einer Tagereise von der Küste mit dem Senkblei bei einer Tiefe von 11 Klaftern auf Schlamm.

Um von der Insel Pharos auf den nächsten Punkt des Festlandes zu kommen, war zur Zeit des Homer eine Reise von einem Tage und einer Nacht nöthig, während im Jahre 285 v. Chr. dieselbe

durch eine 7 Stadien lange Mole mit dem Festlande in Verbindung stand. Auf ihr stand der berühmte Leuchtthurm von Alexandrien, der zu den sieben Wundern der Welt gerechnet wurde. Die Commission des Instituts von Frankreich, welche die ägyptische Expedition begleitete, überzeugte sich von der noch stattfindenden Erhöhung des dortigen Bodens, namentlich in den dem Flusse näher liegenden Gegenden. Mehemet Ali ordnete eine amtliche Untersuchung an, und es stellte sich nach derselben seit Anfang des jetzigen Jahrhunderts, also in noch nicht 50 Jahren, eine Erhöhung von etwa 30 Fuss heraus; allerdings wohl zu viel. Wäre das Resultat zuverlässig, so würde man zu dem Schlusse berechtigt sein, dass selbst eine so bedeutende Erhöhung auf die meteorologischen Verhältnisse fast ohne allen Einfluss sei; denn wir werden sehen, dass Aegypten, dessen Geschichte soweit hinaufreicht, wiewohl daselbst physische und sociale Revolutionen der mannigfaltigsten Art stattgefunden haben, doch alle die Jahrhunderte hindurch in seinen klimatischen und meteorologischen Verhältnissen durchaus keine Veränderung erlitten hat.

Als eine der Hauptursachen, von denen nächst der Breite eines Ortes der Unterschied in der Temperatur abhängt, haben wir oben die relative Höhe desselben über dem Meeresspiegel angegeben. Sowie also eine Bodenanschwellung stattfindet, wie man dies auf dem Plateau der Tartarei beobachtet, so wird eine Temperaturerniedrigung eintreten und mithin gleichzeitig eine Veränderung in den Culturverhältnissen, deren Einfluss auf die Bevölkerung nicht ausbleiben kann. Wir haben aber auch den Nachweis geliefert, dass die vulkanischen Kräfte jetzt nicht mehr im Stande sind solche Gebirge zu erheben, wie dies in den früheren Epochen der Erde der Fall gewesen ist.

Würde das Entgegengesetzte eintreten, ein Sinken erhöhter Gegenden, so müsste eine meteorologische Veränderung im entgegengesetzten Sinne die Folge sein. Nun sollen zwar bei manchen Erdbeben, namentlich bei dem, welches 1783 Calabrien heimsuchte, ganze Berge umgestürzt worden sein; jedenfalls waren dies aber nur etwas grössere Hügel, wenigstens steht fest, dass das Klima der dortigen Gegend dadurch keine Störung erlitten hat.

Nach Fuster sollen die anhaltenden atmosphärischen Einflüsse an den Gipfeln der höchsten Berge eine Höhenabnahme herbeiführen, den Lauf der Flüsse ändern und das Verhältniss des Meeres zum festen Lande wesentlich stören. Auch Seneca spricht sich in ähnlichem Sinne aus. *)

*) *Flumina deficiunt, profugum mare littora siccat; Subsidunt montes, et juga celsa sunt.* Epigr. VII.
und: *Juga montium diffluunt.* Epist. XCI.

Als Antwort hierauf diene, dass, soweit unsere Nachrichten zurückgehen, kein von den Geschichtschreibern erwähnter Berg verschwunden ist, und keine der grösseren Bergketten an Höhe merklich abgenommen hat. Schnee, Regen, Winde und Stürme führen zwar fortwährend von den Berghöhen erdige Theilchen fort, denn die sedimentären, kieseligen, sandigen, kalkigen, thonigen Erdschichten entstehen aus der Zersetzung der Felsen in Folge der Einwirkung der Feuchtigkeit; aber diese Zersetzung und die dadurch herbeigeführte Höhenabnahme erfolgt so langsam und im Vergleich mit der grossen Masse der Gebirge in so geringem Maasse, dass man nach Verlauf von vier Jahrtausenden noch keinen merklichen Erfolg spürt. Ausserdem wäre es nicht unwahrscheinlich, dass durch ein stufenweises Anschwellen der Verlust wieder ausgeglichen und dadurch ein Gleichgewicht erhalten würde, welches wir ja sonst in der Natur aufrecht erhalten sehen. Der Berg Ararat zeigt sich noch ebenso hoch, wie er in der Genesis (Cap. VIII. v. 4) geschildert wird; auf dem Libanon stehen noch einige der stolzen Cedern,[17]) die Alpen sind nicht minder hoch und noch ebenso mit Schnee bedeckt, wie im Jahre 217 v. Chr., wo sie von dem Feldherrn der Carthaginienser überstiegen wurden, und auch der Hannibal der neueren Zeit fand bei dem Uebergange über dieselben nicht geringere Schwierigkeiten. Trotzdem hat Fuster behauptet, dass die Alpen im 8. Jahrhunderte an ihrer Schneebedeckung einen Verlust erlitten hätten, und dass es Pipin dem Kleinen und Karl dem Grossen, als sie dieselben mit ihren Heeren überschritten, weniger Anstrengung gekostet habe. Diese Behauptung scheint jedoch auf einer falschen Auffassung der geschichtlichen Thatsachen zu beruhen. Justin erzählt, dass vor Hannibal Niemand mit einer Armee über die Alpen gegangen sei; Herkules mache die einzige Ausnahme, wovon nebenbei bemerkt, der Pass beim St. Bernhard den Namen des grajischen erhalten haben soll. Auch Silius Italicus sagt:

Primus inexpertas adiit Tirynthius arces.

Nichts steht indessen weniger fest, als diese Expedition des Herkules; ausgemacht ist jedoch, dass schon vor Hannibal gallische Heere, namentlich das des Brennus, über die Alpen gegangen waren. Hannibal's Alpenübergang mit einer Armee, welche einige auf 100000 Mann und 20000 Pferde, andere auf 80000 Mann Infanterie und 10000 Mann Cavallerie schätzen, kann man nicht ohne Bewunderung lesen. Mit seinen Elephanten und seiner Cavallerie kam er am 9. Tage auf der Höhe der Alpen an und unter fortwährenden Kämpfen mit den kriegerischen Bergvölkern und von den Führern oft absichtlich irre geführt, brauchte er nicht weniger als 14 Tage um hinüber zu kommen. Ueberdies war es Winter;

denn Livius erzählt, dass es zu der Zeit des Unterganges der Plejaden gewesen sei. Man kann sich also über die Menge Schnee, welche damals lag, nicht wundern. Nachdem man über den Mont Cenis gekommen war, fanden die Pferde frisches Futter in den niedriger gelegenen Thälern, wie auch heute noch an diesem Passe gute Weideplätze sind. Man sieht also, dass damals das Klima der Alpen nicht eben rauher war, als jetzt, weil eine 100000 Mann starke Armee im Winter ihren Weg über dieselben nehmen konnte und man sogar für die Cavallerie Weideplätze antraf. Jetzt ist der Weg freilich besser und gebahnt, sodass man von Pont-Beauvoisin bei Susa aus nur etwa fünf Tage gebrauchen würde, um den Mont Cenis da, wo angeblich Hannibal seinen Uebergang bewerkstelligte, zu übersteigen. Im Jahre 1515 schlug Franz I. denselben Weg ein, als er im Mailändischen einfiel. Napoleon ging mit einer Armee von 60000 Kriegern im Mai über die Alpen, und zwar nahm die Hauptcolonne aus 35000 Mann den Weg über den grossen St. Bernhard, die anderen gingen über den kleinen St. Bernhard, den Mont Cenis und den St. Gotthard. Die Fortschaffung der Kanonen machte dem ersten Consul nicht weniger zu schaffen, als dem Hannibal seine Elephanten; aber beide wurden durch die entgegenstehenden Hindernisse nicht zurückgeschreckt, sondern wussten ihnen Trotz zu bieten und sie zu besiegen. Wir sehen also, dass Brennus, Hannibal, Karl der Grosse, Napoleon mit grossen Armeen die Alpen überstiegen haben, dass sie alle auf dieselben Gefahren stiessen, ihnen aber muthig trotzten. Keiner von diesen hat, um dadurch seinen Ruhm etwa zu erhöhen, behauptet, dass die Wege zu seiner Zeit schlechter gewesen seien, als vordem, und was in Napoleon's Augen das Wagstück nicht so schwierig erscheinen liess, das war die Erinnerung an Hannibal's Uebergang.

Vergleichen wir also die Berichte der Geschichtschreiber und Reisenden der verschiedensten Zeiten, so ergiebt sich, dass in der Höhe und überhaupt in den Verhältnissen der Gebirge keine wesentliche Veränderung eingetreten ist. Der hierbei in Frage kommende Zeitraum umfasst zwei- bis dreitausend Jahre und so dürfen wir schliessen, dass wohl noch manche Jahrhunderte vergehen müssten, wenn die Höhen der Berge auch nur um einige Fuss abnehmen sollten.

VIERTES CAPITEL.

Verhältniss ungewöhnlicher Witterungszustände in älterer und neuerer Zeit.

In den Bodenverhältnissen, der Gestalt der Continente, dem Laufe der Flüsse, der Höhe der Gebirge sucht man vergeblich nach Erscheinungen, aus denen man den Schluss zu ziehen berechtigt wäre, dass das Klima einer Gegend sich verbessert oder verschlechtert hätte; es fragt sich nun, ob man auf dem Wege etwa zu einem zuverlässigen Resultate gelangen könnte, wenn man die Anzahl und den Grad ungewöhnlicher Witterungszustände, von denen die alten Chroniken berichten, einer vergleichenden Untersuchung unterwirft. Allerdings erscheint das Ergebniss, ob etwa seit einem bestimmten Zeitpunkte die Winter an Strenge zugenommen haben, ob die Ueberschwemmungen verheerender, die Gewitter heftiger, Witterungswechsel häufiger und ärger gewesen seien, schon darum zweifelhaft, weil es uns aus früheren Zeiten an genauen meteorologischen Beobachtungen fehlt; aber der Mühe dürfte es doch lohnen, da es immerhin nicht unmöglich wäre, hinlängliche Anhaltepunkte, das in Rede stehende Problem zu lösen, zu gewinnen.

Bei der vorher angestellten Untersuchung, ob der Lauf der Flüsse und Ströme seit den ältesten Zeiten bis jetzt eine Aenderung erlitten habe, ist wol gleichzeitig als hinlänglich erwiesen anzunehmen, dass auch bei den Ueberschwemmungen derselben ebenso wenig eine solche Aenderung nachzuweisen sei, wie dort. Die letztverflossenen Jahre sind gerade durch eine übergrosse Regenmenge und häufigere Ueberschwemmungen ausgezeichnet gewesen. Nun ist es eine bekannte Sache, dass man in solchen Fällen nur zu sehr zu Uebertreibungen des wahren Verhältnisses geneigt ist. Im Jahre 1840 stieg die Rhone bis zu einer noch nie erreichten Höhe: die Ebene zwischen Beaucaire und dem Meere, also etwa 40000 Hektaren (gegen 160000 prss. Morgen), stand ganz unter Wasser. Der Wasserstand der Loire übertraf 1846 noch den von 1789; zu Orleans stieg sie in 24 Stunden ungefähr 16 prss. Fuss. Zur Zeit der Eroberung Galliens durch die Römer scheint nach Cäsar's Schilderung*) in Folge des Schneeschmelzens etwas Aehnliches stattgefunden zu haben, denn sie war nirgends passirbar. Im August 1851 richtete die Ueberschwemmung der Rhone grosse Verwüstungen an. Das Jahr 1852 war sehr reich an ungewöhnlichen Wit-

*) *De bello gall.* VII. cap. 55.

terungszuständen. Im September fiel in Savoien mehrere Tage hintereinander ein sündfluthartiger Regen. Die Arve, die Giffre und ihre Nebenflüsse durchbrachen die Dämme, rissen mehrere Brücken fort und richteten beträchtlichen Schaden an. In der Schweiz trat am 17. die Broye (im Canton Freiburg) über und die ganze Fläche von Payerne am Murtner-See stand so tief unter Wasser, dass man allenthalben mit Kähnen darauf fahren konnte. Im Canton Wallis hatte der anhaltende Regen am 16. und 17. und der durch den Südwind schmelzende Schnee ein Uebertreten der Sionne, Morge und Lienne veranlasst. Im Canton Aargau rissen die Aar, Reuss und Wigger mehrere Brücken fort. Im Canton Bern stand die ganze Gegend, welche die Singine durchfliesst, unter Wasser. Zu Basel fing der Rhein am 17. zu steigen an und ein Theil der Stadt war bald überschwemmt. In Hüningen stand es ebenso und überdies riss die heftige Strömung die Brücke fort. Abends um 4 Uhr trat das Wasser bei Altkirch über und hob die Verbindung mit Mühlhausen auf; Tags darauf glich die Gegend zwischen Danemarie und Mühlhausen in einer Länge von über 2 Meilen einem See. Die Ueberschwemmung erstreckte sich bis Colmar, Neu-Breisach und Schelestadt. In den Nebenflüssen des Rheines, namentlich im Ill, stieg das Wasser ebenfalls, so dass man an dem Nieder-Rheine schon voller Besorgnisse war, als glücklicherweise in der Nacht vom 19. zum 20. ein merkliches Fallen eintrat, wodurch der Angst und Noth eine Grenze gesetzt wurde. Um von dem plötzlichen Steigen des Rheines eine Vorstellung zu geben, sei nur erwähnt, dass an dem Rheinpegel der Brücke zu Kehl am 17. früh der Stand 1,68 Meter (5,35 prss. F.) war und in der Nacht vom 19. zum 20. derselbe 4,54 Meter (14,46 prss. F.) erreichte.

An mehreren Stellen des Juradepartements waren in Folge der ungeheueren Wassermasse, die vom 17. zum 18. gefallen war, die Bäche und Flüsse übergetreten. Der Doubs war so angeschwollen, dass die am Ufer befestigten Kähne fortgerissen wurden. Am 22. September standen die am Ufer der Saone liegenden Felder und Wiesen unter Wasser und der Fluss stieg plötzlich um $4\frac{1}{10}$ Meter (13 prss. F.) über seinen niedrigsten Stand. Die Rhone hatte zu derselben Zeit bei Lyon ebenfalls eine Besorgniss erregende Höhe erreicht. Zu Cambrai fiel am 18. September so viel Regen, dass das Wasser in Strömen in den Strassen floss und die grösseren Plätze in wahre Seen verwandelt waren. Auch im Departement Calvados und Seine-Inférieure traten die meisten Flüsse über, und mehrere Städte, z. B. Caen, Bayeux, Condé-sur-Noireau, sowie ein grosser Theil des platten Landes standen unter Wasser.

Wir sind überzeugt, dass dergleichen, durch das Schmelzen des Schnees und namentlich auch durch reichliche und anhaltende Regen-

güsse erzeugte, grossartige Ueberschwemmungen, von denen wir so eben eine Probe gegeben haben, in früherer Zeit nicht minder oft eingetreten sind, als in den letzten Jahren. Dafür und überhaupt für die Regelmässigkeit und Unveränderlichkeit der meteorologischen Phänomene sprechen auch die von la Hire in Frankreich begonnenen und seit 1689 mit grösster Sorgfalt fortgesetzten und gesammelten udometrischen Beobachtungen. Aus der Vergleichung der 170 Jahre umfassenden Resultate geht ganz entschieden hervor, dass sich die Anzahl der Regentage und die Menge des Regens weder vermehrt, noch verringert hat, namentlich zeigt sich bei Zusammenstellung derselben in zehnjährige Perioden keine merkliche Veränderung.

Die Geschichte der strengen Winter (Absch. IV. Cap. 8.) hat uns ein gleiches Resultat geliefert, und sogar in den Jahrhunderten, in welchen es nach Fuster in ganz Frankreich vorzugsweise heiss war, würde man ebenso aussergewöhnlich strenge Winter, wie heutzutage anführen können. Im Winter 355 starben viele Leute vor Kälte. Im Februar 377 gingen die Barbaren über den fest gefrornen Rhein. In der Provence gefror 400 die Rhone vollständig und 462 der Var. Im Winter 566 blieb im südlichen Frankreich der Schnee über fünf Monate liegen und viele Thiere kamen vor Kälte um. Im Jahre 547 konnte man in Frankreich alle Flüsse auf dem Eise passiren, ebenso 821 etc. etc.

Wir sehen also, dass in jedem Lande die Witterungsverhältnisse und selbst die auffallendsten Störungen derselben regelmässig nach gewissen Zeitabschnitten wiederkehren und dass selbst in den Extremen sich gewissermassen eine beinahe unveränderliche Periodicität geltend macht. Geht man die meteorologischen Tabellen von Delisle, Messier, P. de Cotte, v. Gasparin und sogar von Fuster durch, so muss man zu dieser Ansicht kommen. Fuster hat die in Frankreich vorgekommenen ungewöhnlichen Witterungszustände mit der grössten und anerkennenswerthesten Sorgfalt, selbst in ihren Einzelheiten, zusammengestellt und nicht weniger als 553 nach den einzelnen Jahrhunderten geordnete Fälle aufgeführt. Er kommt allerdings zu dem Schlusse, dass sich hierbei eine starke Zunahme während der letzten Jahrhunderte nicht verkennen lasse; denn er findet im Mittel in je hundert Jahren 36 solcher ungewöhnlichen Witterungszustände, im 18. Jahrhundert allein ihrer 107, und bei einer Zusammenstellung der Beobachtungen von je zwei Jahrhunderten ergeben sich folgende Zahlen: 12, 26, 37, 47, 65, 98, 175, wobei die letzte Zahl sogar nur einen Zeitraum von anderthalb Jahrhunderten, nämlich das 18. und die erste Hälfte des 19., umfasst. Aber bei einer unparteiischen und unbefangenen Prüfung wird man doch bald einsehen, woher die angegebene ungemeine Zunahme der un-

gewöhnlichen Witterungszustände in den beiden letzten Jahrhunderten kommt. Man bedenke nur, dass man überhaupt erst seit Ende des 17., oder genauer seit Anfang des 18. Jahrhunderts regelmässige meteorologische Beobachtungen anzustellen begonnen hat. Recht schlagend geht dies aus folgendem Verzeichnisse der seit dem 11. Jahrhunderte bekannt gewordenem Erdbeben hervor, deren Zusammenstellung wir dem Professor Perrey zu Dijon zu verdanken haben. Es haben Erdbeben stattgefunden:

Im 11. Jahrhunderte	10.	Im 16. Jahrhunderte	16.
„ 12. „	„ 12.	„ 17. „	„ 27.
„ 13. „	„ 11.	„ 18. „	„ 185.
„ 14. „	„ 10.	in den ersten 43 Jahren	
„ 15. „	„ 5.	des 19. Jahrhunderts	201.

Darf man aus diesen Zahlenangaben den Schluss ziehen, dass heutzutage die Erdbeben 10 und 20mal häufiger sind, als vordem? Das wäre gewiss verkehrt; es liegt vielmehr auf der Hand, dass solche Ergebnisse eine nothwendige Folge der grösseren Sorgfalt sind, mit welcher man jetzt überhaupt mehr als früher alle dergleichen Naturereignisse sammelt und vermerkt.

Arago wirft in seiner Schrift über das Gewitter[18]) die Frage auf: Sind die Gewitter jetzt noch eben so häufig, als in früheren Jahrhunderten? Er macht hierbei mit Recht darauf aufmerksam, dass die Meteorologen, welche in Beziehung auf Temperatur, Regen, Luftdruck, Magnetismus etc. den früheren Zustand der Erde mit dem jetzigen vergleichen wollen, in diesen Untersuchungen scheitern, weil ihnen jeder Ausgangspunkt fehlt, weil das Alterthum weder Thermometer, noch Udometer (Regenmesser), noch Barometer, noch Boussolen irgend einer Art besass. Er bedauert, dass Plinius und Seneca, anstatt lange und ganz resultatlose Untersuchungen über die physische Ursache dieses Meteors anzustellen, sich nicht herabgelassen haben aufzuzeichnen, an wievielen Tagen im Mittel jährlich in Rom, Neapel etc. Gewitter stattfanden. Diese Zahlen würden verglichen mit denen, welche in manchen meteorologischen Tabellen unseres Zeitalters verzeichnet sind, zu interessanten Resultaten führen. Da dergleichen Angaben fehlen, so hat Arago in der Aufzählung der von den Geschichtschreibern erwähnten Blitzschläge, wenn auch keine wirkliche Lösung der aufgeworfenen Frage, so doch wenigstens einen rohen Ueberschlag, einen oberflächlichen Hinweis zu geben gesucht, der uns in unserer Ungewissheit mehr für die eine oder die andere Ansicht günstig zu stimmen vermöchte.

In diesem Sinne führt Arago folgende Stelle des Herodot an (Buch VII.): „Xerxes folgte dem zu seiner Linken gelegenen

Ida, und erreichte das Gebiet von Troja. Die erste Nacht, während welcher er an dem Fusse dieses Berges lagerte, fielen Blitz und Donner auf sein Heer und tödteten ihm viele Menschen.“ Pausanias erzählt, dass, als das Heer der Lacedämonier unter den Mauern von Argos lagerte, viele Soldaten durch den Blitz erschlagen wurden. Nach Arago giebt es jetzt in Kleinasien nicht mehr Gewitter als in Europa; ferner ist in Attika und im Peloponnes die Zahl und Stärke der Gewitter in unserer Zeit nicht eben beträchtlich. Die Erzählung des Pausanias und ebenso die des Herodot würde also für die Ansicht sprechen, dass in Betreff der Gewitter in Griechenland und Kleinasien eine merkliche Verminderung eingetreten sei. Arago hebt jedoch einen Umstand hervor, welcher, insofern es sich um ein jährlich wiederkehrendes Phänomen handelt, das Gewicht des Zeugnisses von Pausanias vermindert: diese mörderischen Blitze nämlich, von denen das Heer der Lacedämonier so viel zu leiden hatte, fielen mit einem furchtbaren Erdbeben zusammen.

Die Stelle des Herodot hat auch nicht mehr als die des Pausanias zu bedeuten; denn es ist da nicht eigentlich von Blitzschlägen, sondern von der Heftigkeit des Gewitters überhaupt, durch welche ein nicht unbedeutender Verlust an Menschenleben herbeigeführt wurde, die Rede. Dies darf uns aber nicht Wunder nehmen; denn man kann sich die Verwirrung leicht vorstellen, welche in einer Armee entstehen musste, welche die grösste gewesen ist von allen, deren die Geschichte Erwähnung thut. Nach Herodot bestand sie, ohne die Frauen, welche für Herstellung der Speisen zu sorgen hatten, ohne die Eunuchen etc. zu rechnen, aus 5283220 Mann; der Scamander wurde durch diese Menschenmasse ausgeschöpft, sodass das Wasser desselben für die Leute und Lastthiere nicht einmal ausreichte. Uebrigens liegt gar kein triftiger Grund vor, anzunehmen, dass gerade in Phrygien die Gewitter einen vorzugsweise schlimmen Charakter gehabt hätten; denn Homer lässt in seiner Iliade den Donner öfter eine Rolle spielen, theils den Willen der Götter dadurch kund zu geben, theils die Tapfersten der Griechen zu schrecken, aber von einem Blitzschlage macht er, der doch sonst in seinen Schilderungen so naturgetreu ist, niemals Gebrauch.

So arger Gewitter, wie das war, welches die Armee des Xerxes bei dem Berge Ida erlebte, könnten wir noch eine ziemliche Menge anführen; es mögen indessen folgende Beispiele genügen. Zur Zeit der Einnahme Clermonts durch Pipin den Kleinen im Jahre 753 hauste in ganz Frankreich ein so schreckliches Unwetter, dass es 22 Stunden lang gar nicht zu donnern aufhörte, über 24000 Thiere umkamen und 3000 Menschen vor Schreck gestorben sein sollen. Im Jahre 824 sollen viele Häuser in Folge von Blitzschlägen nieder-

gebrannt und viele Leute getödtet worden sein. Als gegen Ende April 1360 der König Eduard in der Nähe von Rueil im Lager stand, erhob sich ein fürchterliches Ungewitter, welches über 1000 Bogenschützen und 6000 Pferden das Leben kostete.

Nach Plinius hörte man in Italien während des Krieges auf zwischen Terracina und dem Tempel der Feronia Thürme zu bauen, weil sie alle vom Blitze zerstört wurden. Leider fehlt es dieser Mittheilung an der Bestätigung von anderen Seiten her, sodass man sie nur mit Vorbehalt gelten lassen kann, wenngleich es eine bekannte Sache ist, dass der Blitz vorzugsweise gern in hohe Gegenstände schlägt. So sieht man, dass manche Bauwerke bisweilen wiederholt vom Blitze getroffen werden. In eine Kirche in Kärnthen, die auf einer Erhöhung stand, schlug es so oft ein, dass man darauf verzichten musste, während des Sommers in derselben Gottesdienst zu halten; bei manchen Gewittern traf der Blitz den Thurm dieser Kirche wohl zehnmal an einem Tage. Nachdem man einen Blitzableiter angebracht hatte, traten keine solchen Fälle mehr ein. Dass nun die Alten, die in dem Blitze eine Kundgebung des Willens der Götter erblickten, darauf verzichtet haben sollten Thürme wieder herzustellen, auf welche der Blitz in einem einzigen Tage zweimal niedergefahren war, darf uns wohl nicht wundern. Uebrigens haben die lateinischen Dichter die Wirkung des Blitzschlages in Italien eben nicht übertrieben geschildert, wie man aus so manchen Stellen sieht, z. B. aus dem Anfange der 2. Ode des 1. Buches des Horaz.*)

Italien nimmt in der neueren Zeit bei der geographischen Vertheilung der Gewitter noch eine der ersten Stellen ein. Während des ganzen November 1851 herrschte in Rom ein fast anhaltendes Unwetter; die heftigsten, von Blitz und Donner begleiteten Regengüsse ergossen sich, es fiel Hagel und Windstoss folgte auf Windstoss; der Blitz schlug in die 1561 unter dem Papste Pius IV. nach Michel-Angelo's Plane erbaute Porta Pia, richtete an der Façade auswendig arge Verwüstungen an und schlug ein grosses Stück der Mauer ab.

Bei den Dichtern des Alterthums findet man zwar eine ziemliche Anzahl bekannter Personen, welche vom Blitze erschlagen worden sind, z. B. Salmoneus, Capaneus, Semele, Enceladus, Typhoeus, Adimantus, Aesculap, Lykaon, Ajax (Sohn des Oileus), Romulus etc.; die meisten derselben gehören jedoch der mythischen Zeit an, und überdies gewähren die Dichter eine zu unsichere Bürg-

*) *Jam satis terris nivis, atque dirae*
Grandinis misit pater, et rubente
Dextera sacras jaculatus arces,
Terruit urbem.

schaft, als dass man in einem physikalischen Werke auf ihr Zeugniss grosses Gewicht legen könnte. Mehr Vertrauen verdienen nach Arago folgende Fälle: der Tod des Tullus Hostilius nach dem Zeugnisse des Dionysius aus Halikarnass und des Titus Livius; der Tod des Kaiser Carus, der um das Jahr 283, wenn man dem Flavius Vopiscus glauben darf, in seinem Zelte vom Blitze erschlagen wurde, und endlich der Tod des Kaiser Anastasius I. Der letztere Fall gehört, da Anastasius im Alter von 88 Jahren am 18. Juli 518 vom Blitze erschlagen wurde, eigentlich nicht mehr dem Alterthume an. Der Tod des Carus im 16. Monate seiner Regierung durch den Blitz scheint nicht ganz ausgemacht zu sein, da von einigen Seiten angegeben wird, der Präfekt der Prätorianer Aper habe ihn umgebracht. In Betreff des Tullus Hostilius halten wir es aber mit Becquerel für wahrscheinlicher, dass er ein Opfer seiner Ungeschicklichkeit und Unkunde wurde, als er den Blitz aus den Wolken herableiten wollte; vielleicht kam er auch einfach bei einem Brande seines Palastes um. Titus Livius erzählt nämlich, dass Tullus Hostilius in Folge einer ernstlichen Krankheit in den ärgsten Aberglauben verfallen sei und in der Stadt viele religiöse Ceremonien, die von ihm vorher verachtet seien, vorgenommen habe. Indem er nun, heisst es weiter, die Aufzeichnungen des Numa durchblättert habe, sei er auf die Beschreibung gewisser dem Jupiter Elicius geweihten Opfergebräuche und Geheimnisse gestossen; um diese nachzumachen und zu wiederholen habe er sich eingeschlossen; da er er jedoch im Anfange oder während des Versuchs etwas versehen habe, so sei kein Zeichen des Beifalls der Götter erschienen, Jupiter aber habe darauf, aus Aerger über die Profanation, ihn mit dem Blitze erschlagen und seinen Palast in Asche gelegt.

Unwillkürlich erinnert die Erzählung des Titus Livius, so wie die des Plinius von der Ungeschicklichkeit (*parum rite*) des Tullus Hostilius bei der Herableitung des Blitzes an die Gefahren, denen Franklin, de Romas, Charles bei ihren berühmt gewordenen Experimenten ausgesetzt waren, namentlich aber an den Tod Richmann's. Dieser hatte in Petersburg an seinem Hause, ähnlich wie Tullus Hostilius, eine Vorrichtung angebracht, durch welche er die Materie des Blitzes ansammeln und untersuchen wollte. Als er nun am 6. August 1753 (*parum rite*) Versuche anstellte, fuhr ein Blitzstrahl in Gestalt eines weisslichblauen Feuerballes nach seinem Kopfe und warf ihn sofort todt zu Boden. Der akademische Kupferstecher Sokolow, welcher zugegen war, wurde ebenfalls niedergestreckt, war aber nur betäubt und erholte sich bald wieder.[19])

Aussergewöhnliche Blitzschläge sind im Alterthume nicht häufiger vorgekommen, als in neuerer Zeit. Fracastor war noch ein

Kind, als seine Mutter, die ihn in den Armen hielt, vom Blitze erschlagen wurde; vielleicht hat ein ähnliches Ereigniss zur Entstehung der Fabel von der Semele und dem Bacchus Veranlassung gegeben. Im Jahre 1363 wurde ein calabrischer Mönch, Leontio Pilato, ein Freund des Petrarka und Bocaccio, mitten auf dem Meere vom Blitze erschlagen, als er mit kostbaren Manuscripten beladen von Constantinopel nach Florenz reiste, wo er eine Professur für griechische Poesie bekleidete. In allerneuester Zeit wurde Quetelet, Director der belgischen Sternwarte, vom Blitze niedergeschleudert und kam nur wie durch ein Wunder mit dem Leben davon, da er ganz vom Feuer umgeben war.

Wenn wir Arago's Arbeit durchgehen wollten, so würden wir gar manches merkwürdige Beispiel von durch den Blitzschlag veranlassten Zerstörungen, namentlich in den letzten Jahrhunderten, finden. Jedes Zeitalter würde übrigens Beiträge liefern, die der Aufzeichnung werth wären. Im Januar und Februar 1170 und am 5. December 1206 entluden sich Gewitter mit gewaltigen Blitzen und Donner; im Juni 1365 verwüstete ein heftiges, von starken Donnerschlägen begleitetes Gewitter Frankreich mehrere Tage hintereinander ohne Unterbrechung. Die dabei niedergehenden Regengüsse zerstörten die Wälle von Dijon und setzten ein ganzes benachbartes Dorf unter Wasser. Im September 1386 entlud sich ein heftiges Gewitter unter fürchterlichen Donnerschlägen und Blitzen und zwar gleichzeitig in überaus grosser Erstreckung. Das Unwetter vom 25. December 1390 scheint sich über den ganzen Erdball erstreckt zu haben. Besonders ist jedoch das 18. Jahrhundert durch seine Gewitter und Stürme berühmt. Am 21. Januar 1778 zersplitterte in der Nähe von Pontorson in der Normandie ein einziger Blitzschlag 99 Bäume. Am 24. Juni schlug es gleichzeitig in der unteren Normandie an sechs Stellen ein, und dabei fiel eine solche Hagelmasse, dass sie ungeachtet der Wärme mehrere Tage liegen blieb. Am 13. Juli 1788 hauste über Paris ein schreckliches Gewitter und das gewaltige Rollen des Donners hörte 12 Stunden hintereinander gar nicht auf.

Während des Sommers von 1852 richtete in Frankreich der Blitz äussert vielen Schaden an und forderte viele Opfer. Am 13. Juni tödtete er in der Kirche zu Esquiule in den Pyrenäen zwei Leute; Ende August zu Cette einen Zollbeamten und einen genuesischen Seemann; zu Creusot einen Bergmann; am 24. Juni zu Aigremont (Depart. Gard) einen Mann Namens Badaroux; zu Chateaugiron einen jungen Mann von 17 Jahren; zu Brindas (Depart. Rhone) eine Frau Namens Creton nebst ihrem Dienstboten; am 7. Juli in der Nähe von Auriol einen Bauern etc. Das Jahr 1853 ist an Unglücksfällen nicht minder reich; es seien nur folgende erwähnt. Am

20. August 4 Uhr Nachmittags schlug der Blitz in die schöne Meierei Cossigny in der Nähe von Brie-Comte-Robert; in Zeit von vier Stunden lagen, ungeachtet 14 Spritzen in Thätigkeit waren, alle Gebäude mit der ganze Ernte in Asche. Am 22. früh Morgens um 1 Uhr zündete der Blitz in einer Scheune zu Combs-la-Ville, in der Meierei Ormesson in der Nähe von Mormant und in einem Hause der Gemeinde Ponthierry im Bezirke von Melun. Am Morgen des 22. August 1853 entlud sich plötzlich ein schreckliches Gewitter über der kleinen Insel Helgoland; es waren viele Badegäste versammelt und der Blitz tödtete fünf Personen, darunter die berühmte, erst 19 Jahre alte Schauspielerin Malwine Erk, von dem deutschen Theater zu St. Petersburg. Am Mittwoch den 31. August wurde ein junger Mann von 24 Jahren, Namens Baran Arnaud, im Bezirke von Cadillac vom Blitze erschlagen, der sich bei einem Gewitter unter eine grosse Pappel geflüchtet hatte; sein Körper war ganz mit Brandwunden bedeckt. Am 3. August folgten in einem fort in einem grossen Theile des Juradepartements Blitz und Donner auf einander; zu Frasne schlug es ein und zündete gleichzeitig an fünf verschiedenen Stellen: der Wind war so heftig, dass die Feuersbrunst in kurzer Zeit allgemein war, und die Bewohner, von denen zwei umkamen, die Flucht ergreifen mussten. Frasne bot nur noch einen Schutthaufen darf.

Seit 14 Jahrhunderten ist zwar kein gekröntes Haupt vom Blitze getroffen worden; aber dafür sind die Gewitter in neuester Zeit von Unfällen begleitet gewesen, wie man sie im Alterthume nicht gekannt hat. Vergeblich würde man in der Geschichte nach einem Gewitter suchen, welches mit dem des Charfreitages 1718 verglichen werden könnte: in der einen Nacht vom 14. zum 15. April schlug es an der Küste der Bretagne zwischen Landernau und St. Pol-de-Léon in 24 Kirchen ein. Kein Geschichtschreiber hat ein so schreckliches Ereigniss uns aufbewahrt, wie das, von welchem am 11. Juli 1819 die Kirche von Chateauneuf-les-Moutiers betroffen wurde: 82 Personen wurden da schwer verwundet und 9 getödtet.

Grosse Städte, mächtige Reiche hatten ehedem zahlreiche Flotten, wie dies die Seeschlachten beweisen, durch welche die Perser und Griechen, die Römer und Karthaginienser, Augustus und Antonius ihre Sache ausfochten; ist es nun nicht merkwürdig, dass sich bei keinem einzigen Schriftsteller eine Mittheilung von einem Blitzschlage in ein Kriegsschiff findet, während in den beiden letzten Jahrhunderten dieser schreckliche Fall gar nicht so selten gewesen ist! Arago hat 72 unzweifelhafte Fälle gesammelt und darunter finden sich mehrere Schiffe, die dabei mit Mann und Maus untergegangen sind. Trotzdem glauben wir nicht, dass die Blitzschläge jetzt schlimmer und häufiger sind als früher; es scheint uns weit

richtiger zu sein, das verhältnissmässig häufigere Vorkommen in neuerer Zeit der sorgfältigeren Beobachtung und fleissigeren Sammlung der vorkommenden Fälle zuzuschreiben. Doch brechen wir nun ab; das Mitgetheilte scheint vollständig auszureichen, um uns zu rechtfertigen, wenn wir Arago nicht beistimmen, der sich allerdings sehr vorsichtig und mit allem möglichen Vorbehalt folgendermassen ausdrückt: „Obwohl ich anerkenne, dass jeder dieser historischen eben erwähnten Fälle, einzeln für sich betrachtet, ohne sonderlichen Werth ist, so scheinen sie mir doch in ihrer Gesammtheit einander hinreichend zu unterstützen, um der Vermuthung, dass die Gewitter seit den alten Zeiten an Stärke abgenommen haben, einige Wahrscheinlichkeit zu verleihen."

FÜNFTES CAPITEL.

Einfluss der Bodenbeschaffenheit und der Cultur desselben auf das Klima eines Ortes.

Moräste.

Dass eine klimatische Veränderung nicht Folge von astronomischen und geologischen Ursachen sein kann, glauben wir sattsam erwiesen zu haben. Cuvier und Arago messen lediglich den Veränderungen, welche die Bodenbeschaffenheit erleidet, hierbei einen Einfluss bei. Buffon sagt: „Der Mensch besitzt die Macht dem allmäligen Kälterwerden der Erde entgegen zu wirken und ein Klima wärmer zu machen; es geschieht dies durch Ausrottung der Wälder, durch Eindämmung der Flüsse und durch die Bodencultur; wobei überdies die Bewegung und die grosse Zahl der Thiere und Menschen in Betracht kommt. Alle Wesen nämlich, welche die Fähigkeit der Ortsveränderung besitzen, sind gewissermassen kleine Wärmeerzeuger und überdies trägt auch die Gewohnheit Feuer anzumachen etwas hierzu bei."

Dass der Mensch die Macht besitzt, den Boden, welcher ihn trägt und ernährt, zu verändern, lässt sich nicht bestreiten. Durch die Betriebsamkeit der Ansiedler oder auf weise Veranlassung der Regierungen sind manche brach liegende Stellen urbar gemacht, Flüsse eingedämmt, reissende Gewässer eingebettet oder verlegt worden; zweckmässig angelegte Kanäle haben bis dahin dürre Gegenden bewässert und fruchtbar gemacht.*) Durch angestrengte, vor keinem

*) *Claudite jam rivos, pueri, sat prata biberunt. Virgil.*

Hindernisse zurückschreckende Arbeit ist man dahin gekommen, Teiche oder kleinere Seen trocken zu legen und manche morastige Gegend zu verbessern. Was man darin möglich machen kann, dafür liefert Holland das schlagendste Zeugniss, indem es auf wahrhaft staunenswerthe Weise seinen Boden dem Meere abringt und diesen Riesen, der sonst sich jeder Herrschaft zu entziehen weiss, zu bändigen versteht. Man darf indessen nicht vergessen, dass des Menschen Macht in Vergleich zu der Macht der Elemente und der der physischen Kräfte doch nur schwach ist, wie z. B. die in der alten und neuen Welt so grosse Flächen einnehmenden Sümpfe und Moräste, die unter der Bevölkerung so ungeheuere Verwüstungen anrichten, bekunden. Lind erzählt, dass allein im Jahre 1762 eine durch die bengalischen Moräste verursachte Fieberepidemie 30000 Neger und 800 Europäer dahinraffte. Trotz so schlimmer Erfahrungen findet man selbst bei den erleuchtetsten Völkern noch lange nicht genug gethan und die in Angriff genommenen Trockenlegungen sind immer noch auf kleine Flächen beschränkt. Frankreich, das so bevölkert und so fruchtbar ist, hat z. B. immer noch über anderthalb Millionen Morgen morastigen Boden. Die Insel Camargue in den Rhonemündungen ist kaum auf einem Sechstel seiner Fläche urbar gemacht, während der Rest brach liegt und zum grössten Theile morastig ist.

Die Trockenlegung der Moräste sollte eine Hauptaufgabe für jede Regierung sein. Massa ist in Folge der aus den benachbarten Morästen kommenden, der Gesundheit so nachtheiligen Winde jetzt fast ganz verödet. Dass das einst so blühende Aquileja so heruntergekommen ist, schreibt Lancisi lediglich den Ausdünstungen zu, welche aus den Morästen aufsteigen; durch die Trockenlegung eines Teiches befreite er seine Vaterstadt Stuttgart von den Fiebern, und nachdem er durch einige Kanäle bei Rom die Sümpfe entfernt hatte, welche die Tiber vor den Thoren bildete, wurde er als der Retter dieser Stadt verehrt. Viareggio in Toscana bot bis 1741 das trübseligste Bild der Entvölkerung dar. Durch Anlegung einer Schleuse und Absperrung des Meerwassers von dem süssen Wasser wurde die Veranlassung zu den mörderischen Fiebern, welche die Bevölkerung dieser Stadt decimirten, beseitigt und ihr ein neuer Aufschwung und neues Leben gegeben.

In Frankreich hat man in den Landes einige glückliche Versuche gemacht.[20]) Die Trockenlegung der Moräste bei Chartreuse unweit von Bordeaux hat die Verheerungen sehr gemildert, welche die Fieber dort anrichteten. Denselben günstigen Erfolg hat man zu Rochefort erzielt, wo früher die den Sümpfen entsteigenden Dünste so schrecklich waren, dass man gegen Ende des 17. Jahrhunderts glaubte, die Pest herrsche daselbst. Die Sologne umfasst mehr als andert-

halb Millionen Morgen, von denen zwei Dritttheile brach liegen und zum grössten Theile aus Morästen bestehen. Jetzt hat sich die Regierung entschlossen mehrere Millionen auf einen Kanal zu verwenden, der das ganze Gebiet durchschneiden soll, und so ist mit Sicherheit zu erwarten, dass die Sologne von dem grössten Theile ihres stagnirenden Wassers befreit wird, während gleichzeitig andere bis dahin unfruchtbare Stellen mit Wasser gespeist und somit für den Ackerbau gewonnen werden. Vergessen wollen wir jedoch hierbei nicht, dass, wie wir bereits oben gesagt haben, der Macht des Menschen Schranken gesetzt sind. In dem die Amelioration der Sologne betreffenden Gutachten hat Becquerel darauf hingewiesen, dass der trostlose Zustand dieser Gegend und ihre zahlreichen Moore zum grössten Theile darin ihren Grund haben, dass ein Lehmboden und ein derartiger Untergrund das Einsickern des Wassers verhindern und somit allenthalben Moräste bilden, welche das Land sehr feucht und äusserst ungesund machen. Becquerel fügt jedoch noch hinzu, dass es hier nicht immer so trübselig ausgesehen haben könne, wenigstens nicht in so hohem Grade; denn in manchen Gemeinden findet man Anlagen, die auf Verbesserung der Verhältnisse hinzielen, und Bauten, welche den Beweis liefern, dass früher daselbst eine zahlreiche, nicht unbedeutenden Ackerbau treibende Bevölkerung gelebt hat. Deshalb ist er nicht abgeneigt, den Religionskriegen, welche dort länger als ein halbes Jahrhundert zahlreiche Auswanderungen veranlassten, das Herunterkommen dieser Gegend zuzuschreiben; jedenfalls hat dies nach Becquerel sehr viel dazu beigetragen, wenn man darin nicht die Hauptursache sehen will. Eine blosse Ameliorationsanlage würde übrigens nicht genügen, wenn man nicht fortwährend und mit gehörigen Kräften auf ihre Erhaltung und Weiterführung Bedacht nähme, da sonst sich bald dieselben trostlosen Zustände wieder einstellen würden. Die pontinischen Sümpfe sind hierfür ein warnendes Beispiel.

Das pontinische Terrain erstreckt sich von Astura, wo Cicero ums Leben kam, bis nach Terracina, dem Geburtsorte des Galba; auf der einen Seite wird es von einem Zuge der Apenninen, auf der anderen von den Meeresdünen begrenzt. In frühester Zeit sollen dort die Rutuler und später die Volsker, welche lange dem aufstrebenden Rom den Rang streitig machten, gewohnt haben. Plinius spricht von 25 blühenden Städten, welche dort gestanden hätten, und wirklich hat der Abbé Nicolai später ihre Ruinen aufgefunden. Es fragt sich nun, auf welche Weise es den Volskern möglich wurde in einer heutzutage ganz verödeten Gegend eine zahlreiche, lebenskräftige Bevölkerung zu erhalten. Kein einziges Monument giebt uns zur Lösung dieser Frage einen Anhalt. War etwa der Verlust der Freiheit für dies Volk der Beginn des Verfalles? Rom machte rechtzeitig

Anstalt, diese Quelle tödtlicher Krankheiten, indem die von dort her wehenden Winde den Krankheitsstoff bis in seine Mauern trugen, zu verstopfen. Appius Claudius liess 442 nach der Erbauung Roms die berühmte Strasse anlegen, welche das pontinische Gebiet seiner ganzen Länge nach durchzieht. Cäsar und Augustus führten bedeutende Arbeiten aus, um das Land trocken zu legen, die auch, wie man nach Horaz schliessen muss,*) nicht ohne Erfolg gewesen zu sein scheinen. Bald jedoch verfielen die Werke des Appius Claudius, des Cäsar und des Augustus; der Zahn der Zeit, dieser grosse Feind menschlicher Werke, zerstörte sie. Nur durch unausgesetztes Ringen kann der Mensch Herr der Natur bleiben. Nerva und Trajan liessen unter der Strasse des Appius Kanäle ziehen und legten Brücken an, um das Wasser abzuleiten. Von Trajans glorreicher Regierung bis auf den Westgothen Theodorich geschah nichts Ernstliches, um der Verbreitung der unglückseligen Geissel Einhalt zu thun. Eine Inschrift zu Terracina scheint dafür zu sprechen, dass Theodorich's Bemühungen nicht erfolglos gewesen sind; aber wie lange hielten diese vor? Das scheint nicht lange gewährt zu haben. Leo X. und Sixtus V. machten grosse Anstrengungen, das Uebel zu bekämpfen; aber umsonst. Von 1777 bis 1781 liess Pius VI. die Strasse des Appius wieder herstellen, für die man seit 1580 nichts gethan hatte; es wurden Kanäle angelegt und grosse Summen darauf verwendet, um endlich diese Unglücksquelle der Kirchenstaaten gründlich zu verstopfen. Aber die schlecht geleiteten Arbeiten hatten durchaus nicht den Erfolg, welchen sich der hochherzige Kirchenfürst versprach. Als Napoleon Herr von Italien war, machte er grossartige Entwürfe, dem Uebel zu steuern. Ingenieure, namentlich Prony, erhielten die betreffenden Aufträge die Pläne zu entwerfen und Letzterer legte dieselben am 20. und 27. November 1837 der pariser Academie der Wissenschaften vor. Besonders wichtig ist folgende Beobachtung Pronys. Aus seinen Berechnungen ergiebt sich, dass die Wassermenge, welche durch die Ableitungskanäle abziehen muss, über das Doppelte von dem beträgt, was der Regen liefert. Dieser ungeheuere Ueberschuss rührt von den Quellen her, welche ununterbrochen aus dem Fusse der Berge hervorsprudeln, die an dem pontinischen Gebiete amphitheatralisch sich erheben.

Wir haben dies ausführlicher mitgetheilt, um zu zeigen, dass der Mensch mit all seiner Industrie und bei der angestrengtesten Be-

*) *Debemur morti nos, nostraque; sive receptus*
Terra Neptunus classes aquilonibus arcet,
Regis opus; sterilisve palus dudum, aptaque remis,
Vicinas urbes alit, et grave sentit aratrum.
Horat., de arte poetica, 63—66.

mühung nur eine vorübergehende oder auf enge Grenzen beschränkte Abhülfe gegen die anhaltenden Einflüsse grosser meteorologischer Phänomene schaffen kann. So bringen in der Sologne und namentlich in dem pontinischen Gebiete dieselbe Temperatur, dieselben Winde, dieselben Wasserniederschläge auf einem an sich ungünstigen Terrain fortwährend immer ähnliche periodische Ueberschwemmungen und Zeiten der Dürre hervor. Die volskischen Städte, welche ehedem da blühten, wo jetzt die pontinischen Sümpfe sind, die zahlreichen ackerbautreibenden Ortschaften, welche Varro und Columella so gerühmt haben, die mannichfachen Ameliorationsarbeiten, welche Trajan, Theodorich und Leo X. ausführen liessen, sind jedoch ein Beweis, dass selbst dann, wenn die betreffenden Unternehmungen nicht so weit reichen, die ungünstigen Naturanlagen zu beseitigen, man mit Erfolg die auf die Gesundheit nachtheiligen Verhältnisse zu bekämpfen und ein lange unfruchtbares Land tragbar zu machen vermag.

Anbau der Gewächse.

Mit der Mehrzahl der Geologen sind wir der Ansicht, dass die Erde in Hinsicht der Gewächse mehrere Schöpfungsperioden durchgemacht hat. In der ersten entstanden aller Wahrscheinlichkeit nach die monocotyledonischen Pflanzen und zwar in ungeheuerer Menge und ungewöhnlicher Grösse. Der Schöpfer wollte damit wohl nicht blos für die Steinkohlenmassen, welche einmal dem Menschen dienen sollten, sondern auch für die eigentliche Pflanzenerde, also für jene Schicht, welche den Erdball fast allenthalben einhüllt und aus welcher die Pflanzen zum grössten Theile ihre Nahrung ziehen, den Grund legen. Die Pflanzenerde besteht aus organischen Ueberresten, die allerdings von ihrer früheren Structur keine Spur mehr zeigen. Von der grösseren oder geringeren Menge dieser Stoffe wird die grössere oder geringere Fruchtbarkeit der verschiedenen Gegenden bedingt; wo Mangel an ihnen ist, sucht die Industrie durch Dung nachzuhelfen. Unter der vegetabilischen Schicht stösst man auf die rohe Erde, die eigentliche, des organischen Princips ermangelnde Erde.

In welcher Absicht man in einem Lande mehr als in einem anderen den Anbau mancher Bäume, mancher Früchte zuerst unternommen hat, wollen wir dahingestellt sein lassen; auch wollen wir nicht untersuchen, ob die Keime zu allen vegetabilischen Organismen in gleichem Verhältnisse über den ganzen Erdball verstreut gewesen sind, ob die Erde nur die Arten, welche in dieser oder jener Gegend leben oder sich auf vortheilhafte Weise fortpflanzen konnten, bewahrt, oder ob der Schöpfer jedem Lande nur die seinem Boden und Klima zusagenden Pflanzen von vornherein zugetheilt hat. Dem

sei, wie ihm wolle; so viel steht fest, dass die Erfahrung zeigte, wie manche Bäume, manche Früchte bei ihrer Umpflanzung in dem neuen Boden bisweilen kräftiger gediehen, an Wohlgeschmack gewannen und grösseren Ertrag lieferten. Die in Asien wild wachsende, aber dort herbe Pfirsich ist in unseren Klimaten eine der wohlschmeckendsten Früchte geworden; der Weinstock, welcher ebenfalls in Asien zu Hause ist, hat in Europa das köstlichste Product geliefert. Es konnte also nicht ausbleiben, dass der Mensch die Gaben der Natur durch seine Arbeit und seine Betriebsamkeit zu vervollkommnen suchte. Diejenigen, welche zuerst lehrten, Saamen in die Erde zu streuen und das Getreide, welches jetzt in fast allen Theilen der alten Welt wächst, zur Nahrung zu benutzen, wurden sogar aus Dankbarkeit von den Völkern zum Range von Gottheiten erhoben.

Im Allgemeinen wird jedoch das zum Gedeihen einer Pflanze, eines Baumes, einer Frucht günstigste Land dasjenige sein, in welchem diese von selbst fortkommen, wo sie sich von jeher in reichster Menge finden. Unter den Tropen giebt es Früchte, die nirgends anders gedeihen, z. B. der Brodfruchtbaum, der Maniok, die Fieberrinde, das Zuckerrohr etc. Den Kaffee fand man ursprünglich nur am arabischen Meerbusen, den Tabak in Amerika, den Thee in China. Nach Theophrastus ist die Insel Creta das Vaterland der Cypresse; später beschäftigte man sich namentlich in Italien mit ihrem Anbau und die Römer nannten ihre Cypressenanpflanzungen wegen der bedeutenden Einkünfte, die sie daraus zogen, gewöhnlich das Heirathsgut ihrer Töchter.*) Die Buche, einer der schönsten Bäume des alten Continentes, war in Griechenland sehr verbreitet; Apollo sprach seine Orakel im Walde von Dodona unter ihrem Schatten. Der stolze Lärchenbaum liebt die nördlichen Länder und hohe Gebirge; in Sibirien trifft man ganze Waldungen davon an. Die Eberesche ist ebenfalls im Norden häufiger als im Süden; die Birke, die im Norden so gewöhnlich ist, findet man jedoch auch in den gemässigten Zonen.

Die Bäume gedeihen also nicht allenthalben ohne Weiteres; bald ist ihnen das Klima, bald der Boden nicht günstig. Der Balsambaum wurde von Abyssinien, wo er zu Hause ist, nach Judäa verpflanzt; ist aber jetzt dort fast ganz wieder verschwunden. Der Pfefferbaum kommt zwar in Italien fort, aber nur kümmerlich. Die Palme wächst unter verschiedenen Zonen; bringt aber nur in wenigen Ländern Früchte.**) Die Datteln werden in Frankreich und

*) *Vulgoque dotem filiarum antiqui plantaria appellabant. Plin. nat. hist.* XVI. cap. 60.

**) *Palmae ferunt in maritimis Hispaniae fructum, verum immitem; dulcem in Africa, sed statim evanescentes. Plin. nat. hist.* XIII. cap. 6.

Spanien nicht recht reif. Den Kirschbaum hat man in Aegypten nicht fortbringen können. Die Pfirsichbäume und die Mandelbäume lassen sich bei Tusculum nur schwer pfropfen, während es in der Nähe von Terracina von ihnen ganze Wälder giebt. Selbst in derselben Gegend zeigen sich auf zwei aneinander grenzenden Feldern unter scheinbar ganz gleichen Verhältnissen bisweilen in der Güte desselben Produktes beträchtliche Verschiedenheiten, wie man es namentlich in den Weinbau treibenden Gegenden zu beobachten Gelegenheit hat. Die Cornelkirsche, die Hainbuche trifft man fast ausschliesslich in den Ebenen*). Der Mandelbaum liebt die Hügel; in feuchtem Boden geht er, nach Magon, bald aus und trägt keine Früchte. Die Myrte verträgt keine Kälte.**)

Bei gehöriger Wartung und Pflege kann man allerdings die Natur gewissermassen zwingen, Früchte hervorzubringen, die eigentlich dem Klima nicht angemessen sind; und so muss man wohl auch umgekehrt den geringen Erfolg bei dem Anbau mancher Gewächse oft der Unkunde beimessen. Wenn z. B. zur Zeit des Varro und Columella die Kastanienbäume und Kirschbäume in der Nähe Roms nicht recht gedeihen wollten, so lag dies doch wohl nur an der schlechten Behandlung; denn jetzt kommen sie daselbst sehr gut fort.***)

Die Vertheilung der Gewächse und die Güte der Früchte ist also gleichzeitig abhängig von den Verhältnissen der Atmosphäre, der Temperatur, dem Wechsel der Jahreszeiten, der Einwirkung der

---

*) *Fraxinus in silvis pulcherima, pinus in hortis*
Populus in fluviis . . . . Virgil., Eclog. VII.

**) . . . *teneras defendo a frigore myrtos. Virg.* ibid.

***) Wie langsam bei den verschiedenen Völkern selbst nützliche Gewächse Eingang und Verbreitung gefunden haben, ist eine bekannte Sache. Den Pflaumenbaum lernte man, nach Plinius, zu Rom nicht eher kennen, als zu Zeiten des Censor Cato, obgleich derselbe in Europa zu Hause ist. Die Kirschbäume kamen erst durch Lucullus, der sie im Jahre 680 nach der Erbauung Roms von Pontus mitbrachte, nach Italien. 120 Jahre später kam dieser Baum nach England. Der botanische Name der Pfirsich *Persica* deutet auch die Heimath derselben an. Von Persien kam sie nach Aegypten, später nach Italien, wo sie sich nur schwer acclimatisirte, noch später nach Frankreich, wo sie sich in grösster Schönheit entwickelte. Von manchen Seiten wird das Wort Pfirsich (*la pêche*) für celtischen Ursprungs gehalten und Belgien als die Heimath des Baumes angesehen. Der Aprikosenbaum[21]) wurde zu Rom erst zur Zeit der Kaiser einheimisch. Pompejus führte bei einem seiner Triumphe das Ebenholz in Rom ein und Vespasian das des Balsams. Die ersten Baumschulen findet man in Frankreich nicht vor dem Anfange des 17. Jahrhunderts; im Alterthume nannte man sie *plantaria* oder *seminaria*, wovon das Wort Seminar kommt, weil die Baumschulen oft in der Nähe der Anstalten waren, in denen die jungen Geistlichen erzogen wurden. (Auch das französische Wort *pepinière* findet sich stellenweis auf Erziehungsanstalten angewendet. D. Uebers.)

Die meisten Gewürze und aromatischen Gewächse stammen aus Indien, z. B.

Sonnenstrahlen und von der Bodenbeschaffenheit, den Bestandtheilen der Erdschichten, der Bewässerung, dem inneren Feuchtigkeitszustande, der örtlichen Lage etc. Wo man Getreide bauen will, da muss der Boden Magnesia enthalten. Der bedeutende Einfluss des Kalkes und besonders des kohlensauren Kalkes auf den Pflanzenwuchs steht erfahrungsgemäss fest; bisweilen finden sich diese Stoffe schon in dem Boden vor, sonst mischt man sie bei, wie man dies z. B. im westlichen Frankreich mit so grossem Erfolge thut. Der mit Ginster und Haidekraut bewachsene Urboden Frankreichs, welcher ungefähr den fünften Theil des ganzen Landes einnimmt, ist im Allgemeinen nicht sehr fruchtbar. Der Mangel an Mergel macht ihn zum Getreidebau, mit Ausnahme des Roggens, wenig geeignet; allein er trägt Buchweizen, Kastanienbäume und Nadelwaldungen. Limoges liegt im Mittelpunkte dieses Gebietes, welches sich bis in die Bretagne und theilweise in das südliche Frankreich erstreckt und verläuft.

J. Durocher hat die Bretagne nach der Bodenbeschaffenheit in Folge mehrjähriger Untersuchungen in drei grosse Ackerbaudistricte getheilt: zu dem ersten gehören die Ackergebiete und Wiesen, zu dem zweiten die Waldungen, zu dem dritten die Haiden und Brachen. Die Haiden und Waldungen finden sich auf den thonigen und kieseligen tertiären Ablagerungen und vorzugsweise auf den quarzigen und schieferigen Stellen, bisweilen sogar auf dem Granit; sie nehmen den östlichen Theil des in Rede stehenden Gebietes ein. Die Weideplätze und die durch ihr immer frisches Grün die Augen so erquickenden, herrlichen Wiesen trifft man auf thonigem Boden; sie sind aber zur Viehmastung minder gut, als die Weiden auf kalkhaltigem Thonboden, wo viele dicotyledonische Pflanzen wachsen. Auf dem Urboden, d. h. auf granitischem, thonigem und kieseligem Boden wird Buchweizen gebaut. Den eigentlichen Weizen und die

---

die Theestaude, die Pfirsich, die Orange (China), die Kaffeepflanze (Arabien), die Baumwollenstaude, die Indigopflanze, der Campherbaum, der Zimmetbaum, der Pfefferbaum, der Muskatenbaum, der Gewürznägeleinbaum, das Sandelholz, das Zuckerrohr. Nach der Entdeckung Amerikas lernte man wieder andere eigenthümliche Gewächse kennen: Cactus, Campecheholz, Acajou (Elephantenläusebaum), Tabak, Kautschouc, Mais, Erdapfel, Kartoffel, Maniok, Agave, Cacao, Vanille, Ipecacuanha, Sasseparille und Fieberrinde.

Das Perlhuhn und das Frettchen sind in Afrika zu Hause. Das Letztere wurde nach Js. Geoffroy St. Hilaire im südlichen Frankreich eingeführt, um der überhandnehmenden Vermehrung der Kaninchen Einhalt zu thun. Zu den in Asien einheimischen Thieren rechnet man das Pferd (Arabien), das Kameel, das Dromedar, das Moschusthier, die thibetanische Ziege, das Hermelin, das Nashorn, den Elephanten, den Tiger, den Pfau, den Fasan (Colchis) etc. In Amerika hat man folgende Gattungen gefunden: das Meerschweinchen, den Truthahn, die Bisamente, die Beutelratze, den Bison (Buckelochs), das Lama, den Tapir, die Vigogneziege (das peruanische Schaf) u. s. w.

übrigen, einen kräftigen Boden verlangenden Pflanzen findet man näher an der Meeresküste und in den Gegenden, wo man ohne zu grosse Kosten mergeln kann. In der Normandie hört der Buchweizenbau auf, wo der secundäre Kalk ansteht, ebenso in der Brie, in der Beauce, im Gatinais (Vastinium in Isle de France und Orleannais), in Orleannais, in der Picardie, den eigentlichen Kornkammern Frankreichs.

Der Weinstock hat, wie wir bald sehen werden, auch seine Lieblingsgegenden. Man kann also nicht nach Belieben auf jedem Boden jedes Gewächs bauen; nicht einmal das Klima, von welchem doch das Blühen und Fruchtansetzen vorzugsweise abhängt, kann den Ausschlag geben, wenn das Terrain sonst seiner Natur nach nicht geeignet ist. Ist auch zeitweise der Bau mancher Pflanzen geglückt, hat man auch eine Zeit lang in einer Gegend manche Frucht gebaut und ist es dann wieder unterblieben, so darf man daraus noch keineswegs auf eine stattgehabte Veränderung des Klimas schliessen. Bei immermehr fortschreitender Bildung der Landleute wird noch mancher unzweckmässige und verkehrte landwirthschaftliche Betrieb aufhören. Man hat unendlich viel herumgetappt, wer weiss wie viele, oft mit grossen Verlusten verbundene Versuche gemacht, und so ist man endlich dahin gelangt, der Bodenbeschaffenheit gehörig Rechnung zu tragen und einen sehr hohen Ertrag zu erzielen; aber das letzte Ziel ist doch noch nicht erreicht und noch viel bleibt in dieser Beziehung zu thun übrig. Wenn man allenthalben auf der Erde nur die Pflanzen bauen würde, welche dem Klima und dem Boden die entsprechendsten sind, wenn die Schranken fielen, welche den Verkehr der Völker bis jetzt noch hemmen, so würden viele Industriezweige und mancher nicht recht lohnende Betrieb aufhören, die Erde würde einen weit grösseren Ertrag liefern und die allgemeine Wohlfahrt würde mit der grösseren Güte der Produkte auf eine gar nicht zu berechnende Höhe steigen.

Bodencultur und Bevölkerung.

Dass ein einer sorgfältigen Cultur unterworfenes Land in gesundheitlicher Rücksicht höher steht, als ein brach liegendes, dürfte wohl nicht zu bezweifeln sein; die letzteren sind jedoch noch lange nicht so schlimm, als die Reisfelder und die durch die Industrie künstlich geschaffenen, wahre Krankheitsherde darbietenden, Sümpfe. Fassen wir indessen die vorliegende Frage scharf ins Auge, so finden wir nirgends einen Beweis dafür, dass physische Veränderungen des Bodens in den atmosphärischen Verhältnissen stets von entsprechenden Veränderungen begleitet sind. Wie könnte aber auch eine so locale und räumlich so beschränkte Wirkung, wie sie die Cultur hervorbringen kann, auf die immer in Bewegung befindliche und ohne

Aufhören sich ersetzende Atmosphäre einen merkbaren Einfluss ausüben? Nach Fuster soll die Bodencultur die Feuchtigkeit zurückhalten, die Verdunstung verringern(?), die Temperatur erhöhen, die wässerigen Niederschläge befördern, unbeständige Witterungsverhältnisse vermindern; die brach liegenden Stellen und Haiden hingegen übermässige Kälte und Wärme, Dürre und unbeständiges Wetter erzeugen. Theophrast erzählt, dass nach der Zerstörung der ehemaligen Stadt Arcadia auf Creta die in ihrer Nachbarschaft befindlichen Seen und Quellen vertrocknet seien; fügt jedoch hinzu, dass sich das Wasser später wieder eingestellt habe, nachdem sich neue Ansiedler eingefunden und das Land wieder bebaut hätten. Er schreibt dies Austrocknen der Bodenverhärtung zu, durch welche dem Regenwasser das ungehinderte Eindringen unmöglich gemacht worden sei. Seneca spricht[22]) sich gegen diese Ansicht des Theophrast aus, indem er sagt: „Wie kommt es denn, dass wir so viele Quellen in noch so wüsten Gegenden bemerken? Wir finden ja auch mehr Gegenden, die man wegen des reichlichen Wassers zu bebauen anfing; als solche, die deshalb Wasser bekommen hätten, weil sie bebaut wurden."

Im Allgemeinen ist man der Ansicht, dass die Temperatur einer nicht der Cultur unterworfenen Gegend strenger sei, als die eines bebauten Landes und dass durch die Urbarmachung die Kälte und die Strenge der Jahreszeiten gemildert werde; indessen fehlt es in dieser Beziehung noch an thermometrischen Messungen, die doch allein in der Wissenschaft entscheidend sein können. Das Aussehen eines wilden, noch nicht angebauten Landes, der Mangel jedes Platzes, der gegen die Unannehmlichkeiten des Wetters Schutz verleihen könnte, die jämmerlichen Verhältnisse der nur wenige Köpfe zählenden Volksstämme, die dort nur kümmerlich ihr Leben fristen, haben die Reisenden wohl zu diesem Irrthume verleitet. Jedenfalls ist der Grund dafür, dass z. B. Feuerland mit Schnee und Eis bedeckt ist, nicht darin zu suchen, dass es nicht bebaut wird und eine schwache Bevölkerung hat, sondern umgekehrt, das Klima dieses öden Landes ist so überaus streng, dass die Bevölkerung nicht recht gedeihen und zunehmen kann. Der Mensch findet dort nämlich weder durch Ackerbau, noch durch die Zucht von Hausthieren die zur Erhaltung zahlreicher Familien unumgänglich nöthigen Mittel. Gleichwohl wollen wir damit nicht ausgesprochen haben, dass die Industrie und die Alles verbessernde Thätigkeit des Menschen, namentlich da er Herr des Feuers ist, ohne wohlthätigen Einfluss sei, zumal uns wohlbekannt ist, welche Eroberungen bereits gemacht sind und welche Herrschaft der Mensch über die Natur und die Elemente ausübt.

Beachtung verdient auch noch der Einfluss der Waldungen auf die Temperatur, dem wir das folgende Capitel widmen werden.

Dumas sagt:*) „Die Pflanze verhält sich zu Zeiten wie ein Thier; sie wird wie dieses ein Verbrennungsapparat; sie verbrennt Kohlenstoff und Wasserstoff unter Entwickelung von Wärme. Sobald sich nämlich ein Embryo entwickelt, sobald die Befruchtung einer Blume vor sich geht, sobald ein Saamenkorn, ein stärkemehlhaltiges Knötchen zu keimen beginnt, entwickelt sich auch Wärme, bildet sich Kohlensäure und Wasser, d. h. diese vegetabilischen Stoffe nehmen thierischen Charakter an.“ Hiergegen lässt sich zwar nicht streiten; aber es steht auch fest, dass die Pflanzen durch die nächtliche Wärmeausstrahlung eine merkliche Abkühlung erleiden, die so weit geht, dass Ende Frühlings nach sehr heissen Tagen, sie sich sogar mit Reif bedecken, so dass es also wohl nicht fraglich sein kann, dass hierdurch die bei der Keimung erregte Wärme vollständig ausgeglichen werde. In Europa ist durch die Zunahme der Bevölkerung fast jedes Stückchen Land urbar gemacht, wenn nur irgend Aussicht vorhanden ist, dass die Arbeit einigermassen sich verlohnt. Sind nun etwa England, die Niederlande, Piemont, Oesterreich Länder, in denen man das wenigste nicht urbar gemachte Land findet, durch eine vorzugsweise hervorstechende Temperatur ausgezeichnet? Das hat bis jetzt noch kein Meteorolog behauptet.

Nach allen Reiseberichten ist China unter allen Ländern der Erde das am besten und am vollständigsten angebaute Land. Nach Lord Macartney sieht man dort weder eine brach liegende Stelle, noch ein Unkraut. Es gilt daselbst ein sehr weises Gesetz, was dem vorbeugt; nämlich jedes nicht zum Anbau benutzte Stückchen fällt dem Kaiser anheim, der es dann an einen anderen betriebsameren Landmann vergiebt. Waldungen sind nicht viel vorhanden und Brennholz daher sehr theuer; jedes Feld gleicht einem Garten. Da China eine Bevölkerung von mindestens 300 Millionen hat und sich wie ehemals Aegypten nach Aussen ganz abschliesst, so ist es darauf hingewiesen, auf dem eigenen Boden die hinreichende Menge von Nahrungsmitteln für die so zahlreiche Bevölkerung zu gewinnen. Es wird daselbst Alles nutzbar gemacht. Die Kirchhöfe liegen auf dürren Anhöhen.**) Die Wege sind in sehr gutem Zustande, aber schmal; durch eine grosse Menge von Kanälen ist es möglich gemacht, Felder zu bebauen, ohne dass besondere Wege zu ihnen führen, wodurch man überdies das Futter für die sonst nöthigen Zug- und Lastthiere erspart. Der in überaus kleine Stücken zertheilte Grund und Bo-

*) *Statiq. chim. des êtres organ.*

**) Dass man unmittelbar vor den Stadtmauern von Kea-Hing-Fu, einer Stadt von 300000 Seelen, einen alten Kirchhof findet, ist ein wahres Wunder. Mit welcher Ehrfurcht die Chinesen ihre Todten behandeln, ist eine bekannte Sache. Unter den Gunstbezeigungen, die ein Kaiser bei seiner Thronbesteigung ertheilte, findet man neben Amnestien und Ordensverleihungen auch ein Geschenk von 10000 Särgen. O mores!

den gehört im Allgemeinen dem als Eigenthum, der ihn bebaut. Jährlich feiert man ein grosses landwirthschaftliches Fest und der Kaiser selbst bearbeitet, um mit gutem Beispiele voranzugehen, ein kleines Feld. Während seines ganzen Aufenthaltes in China hat Macartney niemals einen Bettler gesehen.[23]) Ungeachtet des bedeutenden Ackerbaues und seiner zahlreichen Speicher wird das Land doch oft von der schrecklichsten Hungersnoth heimgesucht, da Ueberschwemmungen oft vorkommen und Heuschreckenschwärme nicht selten sich einstellen. Hätte nun die Bodencultur auf das Klima einer Gegend irgend welchen Einfluss, so müsste China im Vergleiche mit anderen Ländern der Erde bei gleicher Breite eine wärmere Temperatur haben.*) Thatsächlich findet aber gerade das Gegentheil statt. Peking (39° 54′ n. Br.) liegt etwa 3000 Fuss über dem Meere und hat eine mittlere Jahrestemperatur von etwa 12 Grad; während dieselbe bei den meisten Städten des südlichen Frankreichs unter 43 bis 44 Grad n. Br. 13 bis 14 Grad beträgt. Canton, welches an der Meeresküste und beinahe unter dem Wendekreise (23° 8′) liegt, ist nicht so warm als Havanna und sogar Cairo unter dem 30. Grade u. s. w. Die meisten Reisenden klagen über den plötzlichen Witterungswechsel und über die strenge Kälte in diesem grossen Reiche, welches man doch als auf das sorgfältigste angebaut und mit Gärten und ergiebigen Feldern bedeckt anzusehen pflegt. Uebrigens ergeben die interessanten Mittheilungen, welche Edmund Biot der französischen Academie gemacht hat, indem er die in China unter ein und derselben Zone herkömmlich gebauten

*) Nach neueren Berichten sind Macartney's Schilderungen nicht ganz genau und die Verhältnisse durchaus nicht so günstig. Nennen die Chinesen ihr Land das himmlische Reich, so ist dies nach dem Abbé Franclet nur als eine Schmeichelei anzusehen. Die meisten Einwohner Pekings haben in ihrem Aeusseren etwas Gedrücktes und Demüthiges; verlässt man die Hauptstrassen, die eine Art Boulevards bilden, so kommt man in krumme, schmutzige und nicht sehr bevölkerte Gassen. „Auf unserem Wege, sagt dieser unerschrockene Missionär, haben wir keinen grösseren Platz, keinen Brunnen und ausser einem ziemlich hohen Thurme einer kaiserlichen Lamaserie kein hervorstechendes Bauwerk gesehen. Man stösst überall auf eine Menge Kameele, die man zur Fortschaffung der Sachen jeglicher Art benutzt, und findet oft den Weg von ihnen gesperrt.... Nirgends habe ich eine Spur einer früheren Pracht gesehen... Von weitem sieht Alles schön aus; kommt man aber näher, so findet man sich sehr getäuscht." (*Ann. de la propag. de la foi, septembre* 1851.) Nach ebendemselben ist die grosse chinesische Mauer in ihrer Höhe und Stärke gar nicht so riesig. An der Stelle, an welcher Aimé Franclet sie passirte, war sie etwa 15 bis 20 Fuss hoch und 2 Fuss dick; aber sie überrascht und erregt das grösste Erstaunen durch ihre Länge und dadurch, dass sie selbst über die steilsten Höhen hinweggeht, wenn auch noch so tiefe Thäler dazwischen liegen. Die Mauer ist, wie alle chinesischen Befestigungswerke, oben mit Schiessscharten versehen, von gebrannten Steinen erbaut, ohne Graben auf der Aussen- und ohne Erdwall auf der Innenseite; das steinerne Fundament ist nicht sehr hoch. Die grosse Mauer wurde um 250 v. Chr. erbaut und soll über 300 Meilen lang sein.

Pflanzen zusammenstellte, dass seit dem 12. Jahrhundert vor Chr. bis auf die neueste Zeit sich daselbst die Temperatur nicht wesentlich geändert haben kann.

Die Einwohnermenge eines Landes scheint im nothwendigen Zusammenhange mit dem Zustande der Bodencultur und der Betriebsamkeit der Bewohner desselben zu stehen; denn Industrie und Handel nehmen nur die zweite Stufe, der Ackerbau aber die erste ein, wenn es sich um den Wohlstand eines Volkes handelt. In den civilisirten Staaten hat sich der Mensch durch seine Wohngebäude, welche ihm gegen Wind, Regen und Witterungswechsel überhaupt Schutz gewähren, ein künstliches Klima geschaffen. Das Feuer, welches er sich zu den verschiedensten Zwecken dienstbar zu machen gewusst hat, dient ihm dazu, die abgeschlossenen Räume, welche er bewohnt, zu erwärmen. Bedenkt man dies und nimmt überdies hinzu, dass in grossen Städten eine grosse Menschenmenge vereinigt ist, und dass die Häuser dem Wärmeverluste und dem Windstrome Hindernisse entgegenstellen, so hat man Anhaltepunkte genug, um zwischen der Temperatur grosser Städte und des benachbarten flachen Landes eine Differenz von 2 bis 3 Grad zu begreifen. Die Menschen sind endlich, wie die Thiere überhaupt, wahre Laboratorien, in denen durch den Athmungsprocess Kohlenstoff verbrannt wird und sich in Folge der vitalen Functionen und Operationen Wärme entwickelt. Die im Innern seiner Organe erzeugte Wärmemenge ist so gross, dass der Mensch in einem Mittel, dessen Temperatur der seines Körpers gleich käme, nur schwer würde leben können. Der Wärmeüberschuss entweicht zum grössten Theile durch die Hautfläche. Cordier hat in einer Abhandlung über die Temperatur der Erde*) die Wärmenge berechnet, welche im Innern der Bergwerke durch die Arbeiter selbst und ihre Lampen erzeugt wird. Nach ihm entwickelt ein Mensch in einer Stunde so viel Wärme, dass diese mehr denn ausreichend sein würde die Temperatur von 542 Cubikmetern (etwa 17520 prss. Cubikfuss) atmosphärische Luft um 1 Grad zu erhöhen, wenn man die letztere zu 12° annimmt. Jede Lampe leistet so viel, wie drei Bergleute, und hiernach leuchtet wohl ein, dass man zu dem Schlusse berechtigt ist, dass durch das Freiwerden der Wärme des menschlichen Körpers und durch die, welche durch die Industrie erzeugt wird, eine zahlreiche Bevölkerung die Temperatur des Orts, welchen sie bewohnt, erhöhen muss. Auf dem flachen Lande findet diese Temperaturerhöhung nur im Innern der Wohnungen statt; in Betreff der Atmosphäre grosser Städte macht sie sich, wenngleich in geringerem Grade, auch geltend. Das Klima eines grösseren Theiles der Erde auf eine merkliche und bleibende Weise

*) *Mém. de l'Acad. des sciences*. t. VII.

zu verändern ist diese Wärmequelle jedoch nicht vermögend; denn sowie die Wärme nach Aussen tritt, steht ihrer Zerstreuung nichts mehr im Wege. Gleichwohl scheint es uns erwiesen, dass das Zusammenleben einer dichten Bevölkerung eine kräftigere und beachtenswerthere Wärmequelle ist, als die Urbarmachung und Bodencultur, und dass sie in den meteorologischen Tabellen wohl nicht ausser Acht gelassen zu werden verdient.

SECHSTES CAPITEL.

Einfluss der Waldungen auf die Meteorologie und auf das Klima Frankreichs ins Besondere.

Die ältesten historischen Zeugnisse sprechen sich dahin aus, dass die Erde gewissermassen von einem grossen Walde bedeckt gewesen sei, dessen Lichtung erst die Bildung menschlicher Gemeinschaften möglich gemacht habe. Dieser Wald oder wohl mehr diese Wälder dienten den wilden Thieren zum Aufenthalte und auch der Mensch selbst suchte oft darin Schutz. Von manchen Seiten wird angenommen, dass in den frühesten Zeiten eine die Entwickelung grosser Gewächse begünstigende, ungeheuere Masse freien Kohlenstoffs vorhanden gewesen sei; dieser Hypothese sind jedoch Liebig's Untersuchungen über den Vegetationsprocess durchaus nicht günstig, aus welchen hervorgeht, dass verschiedene Arten von Gewächsen auf gleich grossen Flächen im Ganzen dieselbe Menge Kohlenstoff enthalten.[24]) Jemehr die Bevölkerung der Erde zunahm, je weiter die socialen Einrichtungen und die Civilisation vorschritten, desto mehr wurden die Wälder gelichtet; in sehr stark bevölkerten Ländern würden sie vielleicht gänzlich ausgerottet sein, wenn nicht von Seiten der Regierungen dem vorgebeugt würde. Man kann also wohl behaupten, dass ein Land um so bewaldeter sei, je später es von dem Menschen zum Wohnsitze ausgewählt wurde und je weniger daselbst die Civilisation Fortschritte gemacht hat. Die Urwälder Amerikas und der arktischen Regionen liefern dafür sprechende Beweise; auch geht dies in Betreff Galliens und Germaniens aus den alten Geschichtschreibern hervor, indem diese Länder von ihnen als von Wäldern strotzend geschildert werden.

Nach Fuster war Gallien gar nicht der Fruchtbarkeit seines Bodens entsprechend angebaut: Wälder von Taxus, Eichen, Birken, Lärchen und Fichten, ferner Seen, Sümpfe und Moräste bedeckten beinahe seine ganze Oberfläche. Von den Districten von Boulogne (Boulonnais), Flandern, Artois, Hennegau

konnte damals eigentlich noch gar nicht die Rede sein, denn sie lagen noch ganz brach und waren vollständig bewaldet, und dieser Wald bildete gewissermassen die Fortsetzung des östlich liegenden Ardennerwaldes. Lorraine, Champagne, Elsass und Normandie waren in gleicher Weise ganz bewaldet und selbst mit dem südlichen Frankreich stand es nicht viel anders. Rozier hat den mit Wäldern bedeckten Theil Frankreichs auf nicht weniger als 40 Millionen Hektaren*) angeschlagen; nach Fuster kommen, wenn man auf das alte, vom Rhein, den Pyrenäen, dem Ocean und den Alpen begrenzte Gallien 70 Millionen Oberfläche rechnet, 46 Millionen Hektaren auf die Wälder und ein Dritttheil des Ganzen hätte also, wenn man dies als angebautes Land ansieht, zum Unterhalte einer Bevölkerung von 24 Millionen ausreichen müssen. Im hohen Alterthume war allerdings Europa äusserst bewaldet; man muss sich hierbei jedoch vor Uebertreibung in Acht nehmen. Nach Plinius dem Aelteren war in dem vom Meere oft überschwemmten Tieflande zwischen Rhein, Weser und Elbe an der Nordsee nicht einmal ein Busch zu finden, während er von dem übrigen Theile Germaniens erzählt, dass es von Wäldern bedeckt sei, durch deren Schatten die Kälte des Klimas noch gesteigert würde. Dies war der sogenannte Hercynische Wald, der sich vom Rheine bis zum Erzgebirge erstreckte. Majestätische Eichen machten hier und ebenso in Gallien den Hauptbestandtheil aus.**)

Die Annahme von 40 oder gar 46 Millionen Hektaren Wald erscheint uns für Gallien in seinen frühesten Zeiten jedenfalls zu hoch. Denn wie würde dies mit der Schilderung stimmen, welche Cäsar und andere Geschichtschreiber von der ungemeinen Fruchtbarkeit desselben machen? Cäsar spricht namentlich von bedeutendem Getreidebau und von grossen Weideplätzen. Wie hätte, wenn nur ein Dritttheil des Landes nicht bewaldet gewesen wäre, dies zum Unterhalte von 24 Millionen Einwohnern ausreichen können? Nach Prony hält das heutige Frankreich dem Cadaster zu Folge 52768618 Hektaren, von denen 25559155 Hektaren bei einer Bevölkerung von 35 Millionen bebaut sind; da nun heut zu Tage, wo man doch jedenfalls in der Bewirthschaftung des Landes weiter als

*) 1 Hektare ist ziemlich gleich 4, genauer 3,9162 prss. Morgen.

**) Plinius sagt: *In eadem septentrionali plaga Hercyniae silvae roborum vastitas intacta aevis et congenita mundo, prope immortali sorte miracula excedit.* Bei den Kelten war die Eiche ein Gegenstand der Verehrung; die Druiden verkehrten mit ihrer Gottheit unter ihrem Schatten. Eine grosse Eiche galt ihnen als ein Sinnbild des höchsten Wesens; ob wegen des Nutzens, den dieser Baum gewährte, oder wegen seiner Stärke und Festigkeit, muss dahin gestellt bleiben. Nach Theis soll das Wort *quercus* von dem keltischen *quer*, schön, und *cuez*, Baum, herkommen. Bei den Römern bedeutete *robur* sowohl die Eiche, als die Stärke.

zu den Zeiten der Kelten ist, nicht einmal das Getreide in ausreichender Menge gewonnen wird, sondern jährlich noch für 10 Millionen Franken Getreide eingeführt werden muss, so sieht man nicht recht ein, wie früher, selbst wenn man annimmt, dass die 24 Millionen Hektaren nicht bewaldeten Bodens zum grössten Theile zum Bau von Getreide verwendet worden seien, eine so zahlreiche Bevölkerung, wie Gallien nach allen Geschichtschreibern zählte, ihren Unterhalt habe finden können.

Es wäre hierbei allerdings fraglich, ob Gallien wirklich so stark bevölkert gewesen sei. Es spricht hierfür indessen noch sonst Mancherlei. An Cäsars Kämpfe in Gallien zu erinnern ist kaum nöthig; nach Plutarch und Appian nahm derselbe in Zeit von 10 Jahren über 800 Städte im Sturm, schlug 30 Schlachten, tödtete von den ihm gegenüberstehenden drei Millionen Feinden eine Million und machte eben so viel zu Gefangenen. Vercingetorix, der berühmte Heerführer aus der Auvergne, stand ihm in Burgund in einer Schlacht mit 240000 Fussvolk gegenüber. Dass schon früher Gallien eine mannhafte und zahlreiche Bevölkerung gehabt hat, geht auch aus Justin's Schilderung hervor, nach welcher wegen der Uebervölkerung einmal 300000 Menschen auszogen, von denen ein Theil in Italien einfiel und Rom einnahm und niederbrannte, ein anderer sich nach Pannonien wandte, wo er alles, was sich ihm widersetzte, niederwarf. Ferner fanden sich damals ganze Heere von jungen Galliern in Asien im Solde der dortigen Könige, von denen z. B. der von Bithynien denselben für ihre wichtigen Dienste einen Theil seines Reiches abtrat, den sie dann Gallogräcia (Galatien) nannten. Salust und Cicero sprechen ebenfalls dafür.

War Gallien damals, wie wir eben gesehen haben, schon so stark bevölkert, so konnte es wohl unmöglich in solchem Maasse bewaldet sein, wie Rozier behauptet. Cäsar, Strabo, Diodorus und fast alle übrigen Geschichtschreiber können uns darin auch nur bestärken, da sie die Fruchtbarkeit und den Reichthum an landschaftlichen Produkten ganz besonders hervorheben. Es war also gewiss nicht mit Wäldern und Morästen bedeckt. Doch brechen wir ab, um den Einfluss grosser Wälder auf die meteorologischen Erscheinungen näher ins Auge zu fassen.

Oft, sagt Plinius,*) kommen durch Abhauen der Wälder Quellen zum Vorschein, deren Wasser vorher die Bäume aufzehrten, wie auf dem Hämus (Balkan), als Kassandros, Sohn des Antipater, die Gallier eingeschlossen hatte und sie zu ihrer Umwallung die Wälder niederhieben. (120. Olympiade.) Meistens aber, fügt er hinzu, vereinigen sich durch Abholzung von Anhöhen, deren Wälder vorher

*) *Hist. nat.* XXXI. cp. 30.

die Regengüsse zusammenhielten und vertheilten, die Wasser zu schädlichen Strömen.

Christoph Columbus schrieb die anhaltenden Regengüsse, die er an der Küste von Jamaica erlebte, den grossen Wäldern zu. Hierbei macht er die Bemerkung, dass es auf Madeira, auf den canarischen und azorischen Inseln früher ebenso gewaltig geregnet habe, dass dies aber nicht mehr in dem Maasse der Fall sei, seit man eine grosse Menge von Bäumen gefällt habe. Auf St. Thomas regnet es sehr selten und nur bei starken Gewittern; man behauptet, dass es viel häufiger geregnet habe, als die Urwälder, welche die Insel bedeckten, noch nicht gelichtet waren.

In einem Beobachtungsjournale von Courlet de Vrégile*) steht, dass jährlich zu Basse-Terre (Guadeloupe) $9^{6}/_{10}$ prss. Fuss und auf der Niederlassung Matouba auf derselben Insel $22^{4}{}_{10}$ Fuss Regen falle. Diese letztere Regenmenge dürfte die bedeutendste sein, welche man auf der ganzen Erde beobachtet hat.[25]) Basse-Terre liegt im Niveau des Meeres und das benachbarte Land ist kaum in Betracht zu ziehen, während Matouba ziemlich nahe an den mit Urwald bedeckten Bergen sich befindet. Ferner behauptet man, dass Barbados und die Inseln des grünen Vorgebirges an ihrer Fruchtbarkeit bedeutenden Eintrag erlitten hätten, seit ihre prächtigen Waldungen niedergehauen worden seien.[26])

Nach der gewöhnlichen Meinung soll das Gehölz den Regen anziehen, und seine Ausrottung das Erdreich ausdörren und unfruchtbar machen. Die vorstehenden Beispiele scheinen dafür zu sprechen; auch unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass die Bäume die atmosphärische Feuchtigkeit aufnehmen und die der Erde mittelst ihrer Wurzeln einsaugen. Wie oft sieht man nicht gerade über den Wäldern die Wolken lagern und gewissermassen aus ihnen aufsteigen; und fühlt man nicht, wenn man sie durchschreitet, gewöhnlich eine Kühle und Frische? Es ist jedoch keineswegs erwiesen, dass die Regenmenge allenthalben mit der Menge und Grösse der Waldungen in Verhältniss steht. Wir wissen, dass die allgemeine Temperatur der Erde sich in einem langen Zeitraume nicht merklich verändert hat, und schon daraus kann man schliessen, dass auch die Verdunstung und die Regenmenge im Allgemeinen dieselbe geblieben ist. Hätte die Ausrottung der Wälder ein grösseres Austrocknen zur Folge, so würde das Lichten der Urwälder, wenn es auch nur langsam erfolgt, doch eine Verringerung der Wassermasse nicht nur in der neuen Welt zur Folge gehabt haben, sondern selbst in der alten, deren Küsten weithin dem Einflusse der Westwinde ausgesetzt sind. Hierzu kommt noch Folgendes, was man noch nicht recht in die

*) *Acad. des sciences*, Oct. 1838.

Waagschale gelegt hat. Die tropischen Regen stehen in Beziehung zu dem Stande der Sonne und stellen sich ein, wenn diese im Zenith des Ortes steht; keine andere Ursache kommt dabei in Betracht. Auf diese sogenannte Winterzeit folgen dann mehrere Monate vollständiger Dürre. Hätte nun die grosse Masse baumartiger Gewächse der dortigen Gegenden das Vermögen die atmosphärischen Dünste anzuziehen und zu verdichten, wie wäre es dann möglich, dass sie so lange Zeit hindurch, wo auch nicht ein Tropfen Regen fällt, wirkungslos wären? [27])

Doch gehen wir zu den gemässigten Regionen über. In Frankreich will man zwar von 1772 bis 1820 eine Veränderung wahrgenommen haben, indem sich z. B. zu Marseille die Regenmenge merklich verringert, hingegen zu Viviers gleichzeitig vermehrt hat; allein wenn man eine grosse Reihe von Jahresmitteln in Rechnung zieht, so verschwindet diese Ungleichheit. Ueberdies zeigen diese Verschiedenheiten, wenn man sie auch für einen längeren Zeitraum als bestehend zugeben will, keinen Einfluss auf die Landescultur jener Gegenden, indem sie etwa darin eine Veränderung nothwendig gemacht hätten. Flaugergue hat sogar darauf aufmerksam gemacht, dass die Zunahme des Regens zu Viviers nach der Ausrottung eines grossen Theils der Wälder des Departement Ardèche eingetreten sei. In früherer Zeit waren die Apenninen östlich von Florenz prächtig bewaldet; in den beiden letzten Jahrhunderten hat man sie dort auf eine weite Strecke nach und nach ausgerottet: und hat dies etwa auf die Klimatologie von Toscana einen Einfluss gehabt? Nicht das Geringste hat sich herausgestellt weder in Hinsicht des Temperatur- noch des hygrometrischen Zustandes, noch der Heftigkeit der Winde.

Seit einigen Jahren hat die Frage, ob man auf den Bergen die Wälder niederhauen oder, wo solches bereits geschehen ist, wieder Anpflanzungen anlegen solle, die Oekonomen lebhaft und mit gutem Rechte beschäftigt, nicht blos aus Rücksicht auf das allgemeine Wohl und auf die Meteorologie, sondern besonders im landwirthschaftlichen Interesse. Die Jahre 1840 und 1841 zeichneten sich in Frankreich durch verheerende Ueberschwemmungen aus, die man im Allgemeinen der Bodenzerstückelung und der Ausrottung der die Berglehnen bedeckenden Waldungen zugeschrieben hat. Die Ausrottung der Wälder, sagte man, hat der Luft die Feuchtigkeit entzogen, das Land dem Angriffe der Winde und Ueberschwemmungen ausgesetzt; die Holzungen beugen dem vor, indem sie einestheils die Wolken anziehen und deren Dünste einsaugen, anderentheils dem Wasserlaufe und den Regengüssen bestimmte Bahnen anweisen. Nach einigen Oekonomen soll dadurch der Wasserlauf ein anderer geworden sein, und die Reinheit der Luft eine wesentliche Ver-

änderung erlitten haben. Indem der nachtheilige Einfluss auf die Bevölkerung nicht ausbleiben könne, werde unmerklich Frankreich als Nation in seiner Wesenheit bedroht und so vielleicht ein Zustand, wie der des heutigen Polens herbeigeführt.

Derartige Befürchtungen sind jedenfalls übertrieben und unbegründet. Dies werden wir so lange behaupten, als man uns das Gegentheil nicht bewiesen hat. In einem so wichtigen Punkte reichen blosse Behauptungen nicht aus, sondern Thatsachen und Zahlen müssen zum Beweise beigebracht werden. Man müsste den Nachweiss führen, dass die Ueberschwemmungen heutzutage in Frankreich häufiger vorkommen und schlimmer als früher sind. Dies hat man nicht gethan und wir selbst haben weiter oben, als wir diese Frage der Untersuchung unterzogen, ein gerade entgegengesetztes Resultat erhalten. Das grosse Interesse, welches die Staatsregierungen für die Erhaltung der Waldungen in gewissem Grade entwickeln, erkennt man im Allgemeinen an. Diese Fürsorge ist auch wohl begründet, namentlich auf den Abhängen hoher Berge, wo jede andere Bodencultur keinen rechten Ertrag gewähren würde; wir geben sogar zu, dass das Schneewasser, wenn es in seinem Laufe nicht durch hochstämmige Bäume zertheilt wird, mit um so grösserer Heftigkeit in die Thäler hinabstürzt und manches bebaute Feld zerreissen wird; aber weiter gehen auch unsere Befürchtungen nicht. Die Beobachtungen sprechen noch keineswegs dafür, wie wir bereits erwähnt haben, dass die Regenmenge eines Landes mit der Menge und Grösse der Waldungen in directem Verhältnisse steht. Von der einen Seite behauptet man, dass sie da, wo die Bäume gefällt wurden, abgenommen habe, von der anderen sieht man hierin gerade einen Grund für die Ueberschwemmungen. Fuster hält die Stürme und sündfluthlichen Regen des alten Galliens in den ungeheueren Wäldern, welche dasselbe bedeckten, begründet. Andererseits scheint man in Betreff Polens der Ansicht zu sein, dass daselbst Stürme und Unwetter erst seit der Ausrottung der Wälder so häufig hausen. Hier hätten wir also einige Proben von einander schnurstracks entgegenstehenden Ansichten.

Was den Einfluss der Wälder auf die Temperatur betrifft, ist man ebensowenig zu einem bestimmten Resultate gekommen. Es ist sogar fraglich, ob sie temperaturerhöhend oder temperaturerniedrigend wirken. Dureau de la Malle ist überzeugt, dass sich hier weniger ein Einfluss auf die mittlere Temperatur eines Landes als auf die Vertheilung der Wärme in den einzelnen Jahreszeiten herausstelle. Er führt jedoch für seine Ansicht nur ein einziges Beispiel an, und noch dazu ein solches, an welchem man Anstand nehmen kann. Arago sprach sich über den hier in Frage stehenden wichtigen Punkt im Jahre 1836 in folgender Weise aus: „Wenn man

die bewaldeten Höhen an der Meeresküste der Normandie und Bretagne abholzen würde, so würden diese beiden Länder den Westwinden, diesen von dem Meere kommenden wärmeren Winden, mehr ausgesetzt und eine Abnahme der Winterkälte die Folge davon sein. Wenn ebenso an der Ostgrenze Frankreichs eine Waldfläche urbar gemacht würde, so würde dem kalten Ostwinde das Eindringen erleichtert und die Winterkälte gesteigert werden. Das Ausrotten eines Waldes würde also in der einen und in der anderen Gegend gerade entgegengesetzte Folgen haben.“ Wie wir sehen, legt Arago auf den gewissermassen physiologischen und vitalen Einfluss der Pflanzenwelt auf das Klima gar kein oder ein höchst unbedeutendes Gewicht, sondern beschränkt sich lediglich darauf, die Wälder als Schutzwehren gegen warme oder kalte Winde zu betrachten. Charles Dupin ist der Meinung, dass das Urbarmachen die Temperatur verbessere. Gay-Lussac beschränkte sich darauf, den Mangel positiver Beweise festzustellen, und sprach sich dahin aus, dass diese Frage in klimatologischer Rücksicht, wenn auch nicht unlösbar sei, doch jedenfalls zu den schwierigsten gehöre. Im Allgemeinen jedoch erklärte er das Lichten und Ausrotten der Wälder für vortheilhaft.

Bei dem Mangel directer Beweise wollen wir wenigstens noch auf eine allgemeine Beobachtung aufmerksam machen, nämlich dass die hochstämmigen Wälder den Sonnenstrahlen den Durchgang und das Eindringen verwehren, weshalb man in ihrem Schatten oder in ihrer Nähe fast immer selbst im heissesten Sommer eine feuchte Kühle antrifft, während in ihnen in der kalten Jahreszeit eine wärmere Temperatur herrscht. Die Reisenden erzählen uns, dass beim Eintritte des Winters die wilden Thiere, z. B. das Rennthier in Sibirien, der Hirsch und Büffel in Nordamerika, in dem Innern der grossen Waldungen gegen die Strenge der Kälte Schutz suchen und dieselben vor Eintritt der besseren Jahreszeit nicht verlassen.

In Betreff des Einflusses, welchen die Wälder auf das Klima und die Meteorologie ausüben, wird man somit nur mit gehöriger Einschränkung sich äussern dürfen, bis eine grössere Zahl von Thatsachen uns mehr Halt gewährt. Nur das scheint wahrscheinlich, dass grössere Waldungen die Temperaturextreme abschwächen, sodass in ihrer Nachbarschaft die Hitze nicht so gross wird, wie im offenen Lande, und die Kälte auch keinen so hohen Grad erreicht. Das Ausrotten der Wälder hätte somit, allerdings unter den nöthigen Einschränkungen, die Wirkung, dass ein vollständig entwaldetes Land ein mehr continentales oder excessives Klima erhalten würde.

Zum Schlusse dieses Capitels sei es erlaubt, noch einiges über den Einfluss der Wälder, welchen sie auf den allgemeinen Gesundheitszustand ausüben, beizubringen. Bekanntlich nimmt der Mensch beim Athmungsprocesse, der gewissermassen ein Verbrennungspro-

cess ist, Sauerstoff auf und athmet Kohlensäure als Verbrennungsprodukt aus. Die Menge des von einem Menschen täglich in Kohlensäure umgewandelten Kohlenstoffs beträgt durchschnittlich 400 Grammen ($27^1/_3$ preuss. Loth), und die dabei ausgeathmete Kohlensäure 750 Litre (655 preuss. Quart). Im Gegensatze zu dem Menschen nehmen die Bäume und die übrigen Gewächse Kohlensäure zu sich, behalten den Kohlenstoff und athmen den Sauerstoff aus. Das Pflanzenreich wirkt mithin auf die Luft verbessernd ein. In diesem Punkte haben jedoch die Bäume vor den anderen Culturpflanzen nicht etwa einen Vorzug. Wie Liebig gezeigt hat, beträgt selbst dann, wenn man die durch den Athmungsprocess des Menschen und sonstige häusliche Vorgänge in Kohlensäure umgewandelte Kohlenstoffmenge auf 2 Kilogramm (etwa $4^1/_4$ preuss. Pfund) anschlägt und auf ein Quadratkilometer (ungefähr 392 preuss. Morgen) 60 Einwohner rechnet, die von einer gleich grossen Fläche bebauten Landes absorbirte Kohlensäuremenge mehr als das Doppelte von dem eben Angegebenen. Durch die Ausrottung der Wälder, wofern der abgeholzte Boden zum Anbau irgend eines anderen Gewächses nicht ungeeignet ist, braucht man mithin wegen einer Verschlechterung der Luft nicht besorgt zu sein und wohl gar an eine Abnahme oder gar an ein Aussterben der Bevölkerung zu denken. Nimmt man abgeschlossene Räume, in denen eine grosse Menschenmasse versammelt ist, aus, so ergiebt überdies die chemische Untersuchung, dass allenthalben die Luft in denselben Verhältnissen zusammengesetzt ist und namentlich dieselbe Menge von Kohlensäure enthält. Nachdem man die der Gesundheit so nachtheiligen Eigenschaften stagnirender Luft näher untersucht und sich von der Schwierigkeit ihrer vollständigen Erneuerung überzeugt hat, dürfte man sogar zu der Annahme berechtigt sein, dass grosse Waldungen, indem sie eine freie Luftcirculation hindern und eine Erneuerung durch die Winde erschweren, in gewissem Grade zu der Gesundheit nachtheiligen Verhältnissen Veranlassung geben können.

Im vorigen Jahrhunderte hat Hales das Wasser dem Volumen nach zu bestimmen gesucht, welches durch die Blätter einer Pflanze täglich ausdünstet, und gelangte dabei zu interessanten Resultaten, welche seitdem auch von anderen Seiten oft bestätigt worden sind. Er fand, dass die Ausdünstung um so lebhafter vor sich geht, je frischer die Pflanze und je mehr sie dem Lichte ausgesetzt ist. Für eine mit Pflanzen bedeckte Fläche beträgt die ausgedünstete Wassermenge im jährlichen Mittel soviel, dass sie eine ebenso grosse Schicht von etwas über 4 Fuss Dicke bilden würde. Dieses Wasser entzieht die Pflanze zum Theil der Atmosphäre, vorzugsweise jedoch mittelst der Wurzeln dem Boden. In der Nähe von Wäldern ist daher die Luft mit Feuchtigkeit beladen, und wenn auch dieselbe

zur Bildung von Wolken nicht ausreichend ist und daher auf die jährliche Regenmenge ohne Einfluss bleibt, so macht sie sich doch auf den Blättern der Bäume und auf den Pflanzen in deren Nähe als Thau geltend. Hiernach ist man, wofür auch die Erfahrung spricht, zu dem Schlusse berechtigt, dass eins der kräftigsten Mittel zur Austrocknung und zur Verbesserung sumpfiger Gegenden die Anpflanzung grösserer Gewächse und namentlich der Bäume ist.*)

Fassen wir Alles zusammen, so kommen wir zu dem Schlusse, dass selbst ausgedehnte Waldungen auf die Klimatologie eines Landes keineswegs den Einfluss, welchen man ihnen sonst zugeschrieben hat, haben dürften. Die periodischen Regen werden von etwas ganz Anderem bedingt. Grosse Waldflächen liefern, wie im Allgemeinen der mit anderen Gewächsen bebaute Boden, nur eine ziemliche Menge von Dünsten und höchstens leichtes Gewölk, aus welchem selten Regen niederfällt. Sollte die Erfahrung anderweit herausstellen, dass die Wälder auf die Temperatur einen Einfluss ausüben, so würde man wahrscheinlich finden, dass sich dieser auf eine Herabstimmung der Hitze und Kälte und auf eine Schwächung der Heftigkeit der Winde beschränkt, und dass dies auch nicht sehr bedeutend sein wird. In Betreff der Einwirkung auf die Beschaffenheit der Luft hat man die Wälder mit den übrigen Gewächsen in eine Reihe zu stellen, indem durch sie ebenso wie durch diese Kohlensäure eingezogen und Sauerstoff in gleichem Verhältnisse ausgestossen wird. Der Einfluss der Wälder auf den allgemeinen Gesundheitszustand ist ebenfalls unbedeutend und beschränkt sich auf das Wenige, was wir oben angeführt haben. Mit Gay-Lussac kommen wir also zu dem Schlusse, dass das Ausrotten der Wälder nicht nur kein Uebel, sondern im Allgemeinen eine Wohlthat ist.

Arthur Young schätzte 1790 die mit Holz bestandene Fläche Frankreichs auf 9 Millionen Hektaren (ungefähr 35 Millionen preuss. Morgen); nach Chevandier beträgt dieselbe jetzt nur 8,623128 Hektaren, sodass also seitdem ungefähr 376000 Hektaren Wald ausgerottet worden sind. Durch die von 1791 bis 1852 stattgefundene Entwaldung hat sich aber die Temperatur noch nicht um $^1/_{20}$ Grad verändert. Für den Oeconomen ist es jedenfalls von dem grössesten Interesse, dass auf den für jeden anderen Bewirthschaftungszweig ungeeigneten Berglehnen auf Befehl der Regierung wieder Wälder angelegt werden sollen; es scheint uns jedoch sowohl in Hinsicht des Einflusses auf den allgemeinen Gesundheitszustand, als in landwirthschaftlicher Beziehung in Frankreich ein ganz gutes Verhältniss in Betreff der mit Wald bestandenen Fläche stattzufinden.

*) Vergl. *Ann. d'hygiène, janv.* 1850. pag. 49.

SIEBENTES CAPITEL.

Einige Erscheinungen, welche die organischen Wesen und insbesondere der Weinstock zeigen, und die als ein Beweis einer stattgefundenen klimatischen Veränderung angesehen werden.

Dass jede merkliche Veränderung in der Temperatur eines Ortes einen wesentlichen Einfluss auf die Organismen ausüben müsse, glauben wir hinlänglich erwiesen zu haben. Jetzt wollen wir untersuchen, ob, wie es von einigen Seiten behauptet worden ist, manche Thiere in den Ländern, in welchen sie früher lebten und gediehen, jetzt nicht mehr leben und gedeihen können, ferner ob manche Pflanzen hier und da ausgestorben sind oder nicht mehr wachsen mögen, und endlich ob die Zeit der Baumblüthe und des Reifwerdens der Früchte eine Aenderung erlitten hat.

Das Rennthier und das Elenthier, sagt man, sind aus den deutschen Wäldern, welche sie zwölf Jahrhunderte lang bewohnt haben, verschwunden und haben sich jetzt in die nördlichsten Regionen zurückgezogen.[28]) Wäre diese Auswanderung ein Beweis dafür, dass eine meteorologische Veränderung stattgefunden habe, so müsste man daraus folgern, dass die Temperatur des mittleren Europa sich gegen früher erhöht habe, während doch unsere Gegner behaupten, dass das Klima daselbst rauher und unbeständiger geworden sei. In früheren Zeiten machten Wölfe die Umgegend von Lutetia und Rom unsicher: die erstere dieser Städte erhielt sogar von dem Vorkommen dieser Thiere in ihrer Nähe ihren alten Namen; in der zweiten feierte man zur Erinnerung an den Sieg, welchen der Gott Pan über dieselben davon getragen hatte, die Lupercalien. Zu des Aristoteles Zeiten fand man noch in Thessalien und Macedonien Löwen. Das Verschwinden des Rennthieres, des Elenthieres und des Löwen aus den europäischen Wäldern erklärt sich nun einfach aus den Fortschritten, welche die menschliche Cultur gemacht hat. Jemehr die Zahl der Bewohner anwuchs, desto seltener wurden die wilden Thiere, da sie sich vor den Verfolgungen des Menschen immermehr zurückzogen.

Die Wallfische waren nach Strabo ehemals in den Meerbusen von Gascogne und Lion gar nicht selten und zeigten sich bisweilen sogar an der Küste der Normandie, während man sie heutzutage ausschliesslich in den Eismeeren antrifft. Sollte man nun daraus schliessen, dass im Alterthume die Küsten Frankreichs ein Klima gehabt hätten, wie wir es jetzt in den Polargegenden finden? Wie unberechtigt eine solche Annahme sein würde, leuchtet sofort ein. Nach Buf-

fon werden die Walle in der Mehrzahl etwa 1000 Jahre alt und erreichen ihre vollständige Grösse erst nach mehreren Jahrhunderten. Bei der von Jahr zu Jahr immer grössere Ausdehnung gewinnenden Wallfischjagd verschwinden die grössesten dieser Thiere immer mehr und ebenso nimmt ihre Zahl in schnellem Maasse ab. Dieses fortwährende Jagen ist Ursache, dass sie sich jetzt in die Gegend von Spitzbergen und der Behringsstrasse zurückgezogen haben. Capitain Beechey drang 1826 bis zu 71° 25′ n. Br. vor. Im Jahre 1850 war der Hauptfang zwischen dem 60. und 70. Grade. 1851 traf der Capitain Harding die Wallfische unter dem 71. Grade in grosser Zahl an und ihr Zug ging nordwärts. Nach früheren Nachrichten fing man vor 200 bis 300 Jahren Wallfische von über 200 Fuss Länge, während jetzt die grössesten kaum 60 Fuss lang sind. Es wäre wohl möglich, dass in der Nähe der Pole sich noch Thiere aufhielten, welche ihre vollständige Grösse erreichen.

Fuster hat Fälle mitgetheilt, die dafür sprechen sollen, dass die Blüthezeit und die Fruchtreife früher anders eingetreten sei, als wir es jetzt sehen, sodass zwischen den Jahreszeiten früher und jetzt keine Uebereinstimmung stattzufinden scheine. Nach einem Briefe des Kaiser Julian soll im nördlichen Gallien das Getreide schon zur Zeit des Sommersolstitiums reif gewesen sein. Ebenso sollen die Trauben daselbst sehr früh zur Reife gekommen sein. Der alte Gebrauch, die Trauben am 6. August, dem Tage der Verklärung Christi, segnen zu lassen, dürfte allenfalls auch dafür sprechen. In mehreren Klöstern und in den Hauptkirchen brachte man auf einer silbernen Schüssel neue Trauben zum Altare; sie wurden eingesegnet und dann unter die Geistlichen vertheilt. Nach Wilhelm le Breton wurde 1218 und 1219 die Weinlese Ende Septembers gehalten und 1250 in der Woche nach Maria Geburt. Nach Waisselius war es etwas Aussergewöhnliches, dass in Preussen die Weinlese 1379 schon am 22. August stattfand.

584 soll man im December zum zweiten Male vollständig reife Trauben geschnitten haben. Gregor von Tours erzählt, dass man 587 nach beendigter Weinlese im October wieder neue Trauben an den Stöcken gesehen habe.*) Dergleichen Fälle früher Reife hat man nicht blos am Weinstocke erlebt: 580 sollen im September und October die Bäume zum zweiten Male geblüht haben; 584 gab es schon im Januar Rosen; 586 trugen viele Bäume um Weihnachten Früchte. Der heilige Johann von Chinon zog in einem kleinen Garten dieser Stadt Lorbeerbäume und der Einsiedler Hospice lebte nach Gregor von Tours von Datteln, die er in der Provence

*) *Vineis vero mense octavo, transacta vindemia, palmites novos cum uvis deformatis aspeximus.*

einsammelte. Die Auslegung des Julianischen Briefes von Fuster hat de Gasparin für falsch und erzwungen erklärt. Auf dies einzige Zeugniss würde auch, selbst wenn Julian sich bestimmt ausgedrückt hätte, noch gar nichts zu geben sein; aber dem ist nicht einmal so. Im Winter 356 hatte er sich zu Sens an der Yonne aufgehalten, beim Eintritte des Frühjahres übernahm er den Oberbefehl und sammelte zur Zeit des Sommersolstitiums 357 die Truppen bei Rheims; nun sagt er: „Ich begann den Feldzug, als das Getreide schon reif war.“ Schwerlich soll das heissen, dass Julian unmittelbar nach seiner Ankunft sich in Marsch gesetzt habe. Er begann mit der Einnahme von Cöln und lieferte dann die Schlacht von Strassburg; aber weder Julian, noch Ammianus Marcellinus giebt über diese Ereignisse, mit welchen der Feldzug des Jahres 357 beendigt war, eine nähere Zeitbestimmung. Ammianus Marcellinus erzählt sogar, dass Julian im folgenden Jahre den Feldzug nicht eher habe eröffnen können, als bis die Kälte und das Eis und der Schnee dem Sommer gewichen waren, und es ihm möglich wurde aus Aquitanien sich mit Getreide zu versorgen. Dass im nördlichen Gallien früher das Getreide zur Zeit des Sommersolstitiums reif geworden sei, dafür spricht also weder jener Brief, noch sonst etwas.

Im Mittelalter verdankte Frankreich und überhaupt ganz Europa alles, was in landwirthschaftlicher Beziehung geleistet wurde, namentlich jeden Fortschritt, den Klöstern. Deshalb kann man sich nicht darüber wundern, dass man die Trauben zeitig zur Reife brachte und schon am Tage der Verklärung Christi zur Einsegnung überreichte. Bringt man doch jetzt noch an vielen Orten Frankreichs, selbst im Innern des Landes, am 15. August der heiligen Jungfrau Trauben als Gabe dar. Was aber das zeitige Blühen der Bäume und eine doppelte Ernte von denselben, wovon Gregor von Tours und andere Geschichtschreiber sprechen, anbetrifft, so ist dies gar nichts seltenes und selbst in unserem Jahrhundert schon öfter vorgekommen. 1843 trugen in der Nähe von Paris manche Feigenbäume zweimal, was um so auffallender ist, da die Feigen nicht einmal in jedem Jahre zur Reife gelangen. Im October 1852 bekamen viele der jungen Kastanienbäume auf dem Luxemburg von neuem Blätter und Blüthen, wie mitten im Mai. Das Jahr 1857 ist allenthalben in Deutschland an ähnlichen Beispielen reich gewesen. Auf das, was Waisselius über die am 24. August in Preussen abgehaltene Weinlese erzählt, ist wohl kein grosses Gewicht zu legen.

Eine nicht unwichtige Frage ist die, ob die Gegenden, in denen man in Frankreich früher den Oelbaum baute, etwa in Folge einer

klimatischen Veränderung abgenommen haben.*) Seit seiner Einführung durch die Phönizier zu Marseille um 595 v. Chr. hat man die Cultur des Oelbaums sich immer angelegen sein lassen. Er verbreitete sich schnell über die ganze Provinz und über beide Rhoneufer bis nach Montélimart. Grosse Kälte kann er ebenso wenig ertragen als grosse Hitze; selbst mitten in Grossbritannien kommt er im Freien fort, seine Früchte werden dort jedoch nicht reif, wenn er ja einmal zur Blüthe kommt. In Aegypten und in den heissen Gegenden Afrikas und Asiens gedeiht er nicht. In Europa ist seine Cultur über den 45. Grad der Breite erfolglos geblieben; doch sind auch südlich von diesem Parallelkreise nicht alle Stellen gleich geeignet, namentlich die nicht, an welchen grössere Temperaturwechsel gewöhnlich sind. An den beiden Ufern der Rhone würde man den Oelbaum jetzt noch mit Vortheil in den Gegenden bauen, wo er dem einträglicheren Maulbeerbaume hat weichen müssen.**) Diese Aenderung ist indessen nicht etwa wegen klimatischer Veränderungen erfolgt, sondern vielmehr eine Folge einer richtigeren Industrie und rationelleren Bewirthschaftung. Da die Oelbäume öfter durch den Frost litten, und die Aussicht auf eine reiche Ernte vereitelt wurde, so legte man sich lieber auf den einträglicheren Seidenbau. In den Departements Drôme und Ardèche, zu Nyons, Argentière, Saint-Julien, de Peyrolas, Pont St. Esprit findet man jetzt noch Oelbäume. Bei Avignon sind sie verschwunden, um künstlichen Wiesen Platz zu machen, die einen grösseren und sichereren Ertrag abwerfen; aber selbst nordöstlich von Avignon zu

*) Der Oelbaum ist in Asien zu Hause; die Phönizier brachten ihn nach Karthago, von wo er sich weit über Afrika verbreitete. 600 Jahre vor unserer Zeitrechnung kam derselbe durch die Phönizier, die Gründer von Marseille, nach Gallien. Zur Zeit des Tarquinius Superbus kannte man ihn in Rom noch nicht. Ein Oelzweig galt als Symbol des Friedens. Der Baum war der Minerva geweiht, weshalb auch Virgil sagt: *Oleaeque Minerva inventrix*. Bei den Atheniensern stand er in hohen Ehren und wurde für heilig gehalten. Ein italienischer Schriftsteller nennt die Oelbäume oberirdische Fundgruben, *miniere sopra terra*. Sie werden 5 bis 6 Jahrhunderte alt. Columella nennt den Oelbaum den ersten aller Bäume (*Olea prima omnium arborum est*); und in der That ist er eins der ersten Gewächse, von denen in der Genesis Erwähnung geschieht. Nach der Sündfluth erschien der Oelzweig dem Menschen als ein Zeichen der Aussöhnung zwischen dem Himmel und der Erde, und seitdem spielt er bei vielen religiösen Gebräuchen eine Rolle. Man salbt mit dem Oele aus der Frucht dieses Baumes und betrachtet dies als ein Symbol der Kraft und Gesundheit; den Sterbenden ertheilt man bei den Katholiken die letzte Oelung, um sie gewissermassen zu reinigen und ihnen das Siegel der Unverweslichkeit aufzudrücken.

**) Der Oelbaum gedeiht namentlich an der mittelländischen Küste Frankreichs, Spaniens und Afrikas. In der Nähe von Tlemecen sind nicht unbedeutende Olivenwälder, welche ein sehr gutes Oel liefern. Theophrastus war der Meinung, dass dieser Baum höchstens in 40 Meilen Entfernung vom Meere wachsen könne, man hat ihn aber in mehr als 50 Meilen Entfernung in Mesopotamien angetroffen.

Orange und Carpentras finden sich noch Oelbäume. Seit dem Aufschwunge, welchen in Folge der Regierungsmassregeln die Cultur des Oelbaumes im Jahre 1782 in der Provence genommen hat, ist kein Rückschritt wieder eingetreten und zu keiner Zeit war dieselbe so erfolgreich und so bedeutend als jetzt. Aus allen und selbst aus der nicht zu läugnenden Thatsache, dass man an einigen Orten die Cultur des Oelbaumes aufgegeben hat, geht auch nicht im geringsten hervor, dass das Klima des südlichen Frankreichs sich verschlechtert habe und kälter geworden sei. Brechen wir jedoch ab und gehen zu der Frage über, ob etwa die Erfahrungen, welche man in nördlicheren Gegenden beim Weinbaue gemacht hat, mehr für Fuster's Ansichten sprechen.

Seit Anfang der christlichen Zeitrechnung hat sich, wie Fuster meint, das bis dahin rauhe und kalte Klima Galliens fast plötzlich verbessert. Der Weinstock und der Feigenbaum verbreiteten sich in Folge dessen immer weiter nordwärts. Die Normandie, die Bretagne, die Picardie, Flandern, Brabant und das Hennegau bedeckten sich mit Weinbergen und Weingärten, die jährlich einen reichen Ertrag und auch gute Weinsorten lieferten. Fuster bringt aus alten Urkunden Mancherlei bei; z. B. 555 wurde Childebert mit seinem Gefolge vom heiligen Calais, der sich nach Mans (Cenomanum an der Sarthe) zurückgezogen hatte, eingeladen den Wein, welchen er selbst gebaut hatte, zu kosten. Chilperich I., König von Neustrien (Normandie), besteuerte 562 seine Unterthanen mit einer Amphora (Eimer) Wein vom Morgen Weinlande. Unter seiner Regierung sollen die Bretons von Domnonée auf den Fluren von Vannes und Nantes die Weinberge geplündert haben. In einer Urkunde von Clotar III. werden zu Corbei an der Somme Weinberge erwähnt; in der Chronik von St. Wandrille (zwischen Rouen und Havre) ist von den vorzüglichen Weinbergen dieser Abtei die Rede (*Montibus arduis ac frugiferis Bacchique fertilissimis*).

In anderen Urkunden liest man vom Weinbau auf den Fluren von Verdun, Metz, Trier, Toul, Beauvais, Soissons, Senlis, Abbeville, Caen, Bayeux, Vernon, Rouen etc.

Vom 7. bis 9. Jahrhundert war der Weinbau am Rheine, an der Mosel, an der Somme und an der Schelde, ferner in Lothringen, in der Normandie, in Maine und in der Bretagne in höchster Blüthe; der Weinstock gedeiht aber nicht blos in Frankreich, sondern ebenso am Neckar, am Main, an der Saale, an der Donau, an der Oder und selbst an der Weichsel. Noch im 16. Jahrhunderte zog man in Polen Weintrauben.

In England war das Klima nach Fuster ebenso mild wie in Gallien. Der vom Weine zu entrichtende Zehent war daselbst ziemlich bedeutend. In einem alten Geschichtswerke werden aus-

drücklich Weinberge in England erwähnt.*) Wilhelm v. Malmesbury spricht sich über das Thal von Glocester in folgender Weise aus: „Es giebt in England keine Gegend, in welcher der Weinbau stärker getrieben; keine, in welcher mehr und besserer Wein erzeugt würde. Die hier gewonnenen Weine, weit entfernt die Kehle durch ihre Herbigkeit zu kratzen, können es mit den französischen Weinen an Wohlgeschmack aufnehmen."

Die Witterungsstörungen, welche nach Fuster vom 9. bis 12. Jahrhunderte in Frankreich eintraten, gaben dem Weinbaue in den nördlichen Provinzen den Todesstoss. Er hörte in Ponthieu (einem Theile der Picardie), in Boulonnais, in Flandern und in der unteren Normandie bald auf, hielt sich jedoch noch in der Bretagne, in dem übrigen Theile der Normandie, ebenso in der Picardie, im Hennegau und in Brabant; aber man erzielte mit wenigen Ausnahmen nur ein mittelmässiges Produkt. Im 13. Jahrhunderte nahm der Weinbau in der ganzen Picardie, Normandie und Bretagne ein Ende; erst später fing man wieder an einigen besonders günstig gelegenen Stellen an etwas Weinbau zu treiben, die Bevölkerung ersetzte den Wein durch Bier und Cider. Nach und nach erstreckte sich die Verschlechterung der Weincultur auch auf Anjou und Saintonge; die in Orleans, Suresnes, Sèvres, Argenteuil etc. gewonnenen Weine behaupteten indessen noch ihren guten Ruf; erst in der Mitte des 16. Jahrhunderts bemerkte man auch hier eine Abnahme, wenngleich man selbst noch bis über das 17. Jahrhundert hier den Weinbau nicht ganz aufgab.

Es lässt sich allerdings nicht läugnen, dass man früher in allen nördlichen Provinzen Frankreichs, in denen dies jetzt nur ausnahmsweise der Fall ist, den Weinstock gebaut hat; allein Fuster scheint doch zu weit gegangen zu sein, wenn er behauptet, dass in Frankreich vom Süden bis zum Norden diese Cultur betrieben worden sei. Bei dem gänzlichen Mangel, selbst nur annähernd einen Anhalt gewährender, statistischer Nachrichten kann man wohl annehmen, dass der Weinbau in den nördlichen und westlichen Theilen Frankreichs nie eine bedeutende Ausdehnung gewonnen hat. Dafür dürfte auch die in dem salischen Gesetze von 511 angedrohte Geldstrafe sprechen, welche Diejenigen treffen soll, die einen Weinstock ausreissen oder eine Traube stehlen. Auch sind wir überzeugt, dass im Elsass, in Lothringen, in der Picardie, in der Normandie und in der Bretagne es gar wohl möglich ist, noch jetzt Wein zu bauen und wohl auch in manchem Jahre eine erträgliche Lese zu machen, und wollen keineswegs die Existenz einiger Weinberge daselbst in der Zeit vom 4. bis zum 16. Jahrhundert bestreiten. Dass man so lange diesen

*) *Britannia vineae quoque fertilis est.*

Culturzweig mit Vorliebe gepflegt hat, hat seinen Grund nicht nur in dem Wohlgeschmacke der Traube, sondern noch mehr in der Leichtigkeit der Verwerthung. Columella sagt: „Der Weinstock gedeiht fast allenthalben und in allen Klimaten, ausgenommen in den kalten und heissen Zonen; ebensowohl im flachen Lande, wie an Berghängen, in schwerem, wie in leichtem, oft sogar in fettem oder magerem, in feuchtem oder trockenem Boden. Diese Pflanze verträgt unter allen die entgegengesetztesten Temperaturen am besten.“ Er fügt jedoch noch hinzu: „Wärme sagt ihr mehr zu, als Kälte; Regen ist ihr nicht so zuträglich, wie beständig heiteres Wetter; einen trockenen Boden zieht sie einem zu feuchten vor; laue und schwache Winde sind ihr gut. Gewitter und Stürme schädlich.“*)

Den Temperaturgrad, bei welchem die Traube zur Reife kommt, genau zu bestimmen, ist bis jetzt noch nicht möglich gewesen; jedenfalls hatte man in dieser Beziehung anfangs zu enge Grenzen gezogen. Arago war der Ansicht, dass der Weinstock in den Ländern, in welchen die mittlere Sommerwärme 22 Grad übersteigt, nicht mehr mit Erfolg gebaut werden könne; später gab er zu, dass dies nicht ganz richtig sei. Da Chili, Jamaika und sogar Java dem Weinbaue günstig sind, so ist damit der Beweis geliefert, dass man selbst bei den Sommern der heissen Zone Wein erzielen kann.

Nach Adrian de Jussieu beginnt der Weinbau im Grossen in Frankreich an der Westküste in der Nähe von Nantes unter dem 47. Breitengrade; die Weinlinie geht dann wellenförmig von Westen nach Osten, schneidet Paris, steigt hierauf etwas weiter nach Norden in der Champagne und erhebt sich am Rhein bis zum 51. Grade. Von hier geht sie ziemlich auf demselben Breitenkreise nach Schlesien, senkt sich südwärts nach Ungarn und verläuft sich im 48. oder 49. Grade nördlicher Breite im Norden des caspischen Meeres. In Aegypten erscheint diese Linie auf einer kleinen Strecke wieder; in grösserer Ausdehnung tritt sie aber unter dem 29. und sogar unter dem 27. Grade in Persien wieder auf. Fasst man die Erhebung der Weinbau treibenden Gegenden über dem Meeresspiegel ins Auge, so findet man in Ungarn gegen 1000 Fuss, in der nördlichen Schweiz 1750 Fuss, auf der Südseite der Pyrenäen etwa 2000 Fuss, auf Sicilien 3000 Fuss, auf Teneriffa jedoch nur ungefähr 2500 Fuss.

Nach Allem ist man wohl mit Adrian de Jussieu zu dem Schlusse berechtigt, dass der Weinstock ein gemässigtes Klima liebt, dass es aber weniger auf die Jahreswärme, als auf die des Sommers ankommt. Soll die Traube zur Reife kommen, so muss der Sommer

*) *De re rustica*, lib. III.

schön sein und lange anhalten, damit zu der im Herbste eintretenden vollständigen Reife noch hinlängliche Wärme vorhanden ist. Jetzt gewinnt man einen ziemlich guten Wein an der Westküste Südamerikas unter dem 18., 14. und selbst 6. Breitengrade und an der Nordküste bei Cumana in $10^1/_2$ Grad der Breite und bei einem Jahresmittel von 27,7 Grad. Eine Hauptsache ist, dass das Klima ganz besonders trocken ist, sonst wird bei gleicher Breite der Weinbau durch die Feuchtigkeit unmöglich.

J. Durocher ist aus Beobachtungen über den Einfluss des Bodens auf die Vegetation zu dem Schlusse gekommen, dass die wellenförmigen Biegungen, welche die Nordgrenze des Weinbaues zeigt, nicht blos im Klima ihren Grund haben, sondern dass dabei auch der geognostischen Beschaffenheit und den Neigungsverhältnissen des Bodens oder vielmehr dem mehr oder weniger grossen Austrocknungs- und Erwärmungsvermögen desselben Rechnung zu tragen sei. Er sagt: „Wie ich in vielen Thälern bemerkt habe, zieht sich der Weinbau auf kiesigem, steinigem und hügeligem Boden am weitesten nach Norden. Es ist dies so entschieden der Fall, dass dabei die Lage gegen die Himmelsgegenden sogar von minderer Bedeutung ist; denn man findet auf solchem Boden Weinberge auf Berghängen der verschiedensten Lage, selbst auf der Nordseite, z. B. auf dem linken Ufer der Loire in der Nähe von Nantes, aber auf horizontalen oder thonigen Flächen trifft man sie sehr selten an. Die Weingrenze geht nordwestlich beinahe bis Vannes, über die sandigen Hügel östlich von Morbihan, trotz des ungünstigen Einflusses, welchen das Seeklima ausübt; die thonhaltigen Strecken in der Bretagne und Maine lässt sie zur Seite liegen, steigt dann aber wieder auf bis in die Umgegend von Paris, wo sie steinigen und kieseligen Boden findet. Früher gab es auch Weinberge auf den Abhängen der kalkhaltigen Plateaus in der Normandie und ebenso auf den Felswänden mancher Sandsteinhügel im Innern der Bretagne.“

Dass der Einfluss des Bodens, wenn der Weinbau mit Vortheil getrieben werden soll, nicht minder, als der des Klimas in Betracht kommt, hat die Erfahrung aller Zeiten gelehrt; man muss sogar zugestehen, dass der Wein seine Vorzüge mehr dem Boden, als atmosphärischen Verhältnissen verdankt. Der Einfluss des Klimas ist jedenfalls von viel geringerer Bedeutung, als man gewöhnlich annimmt, und deshalb stimmen wir Arago vollständig darin bei, dass der Weinstock ein schlechtes Thermometer abgiebt.

Um die Schwankungen, welche der Weinbau in Gallien erlitten hat, zu erklären, erscheint es gar nicht nöthig, eine Aenderung des Klimas anzunehmen. Wahrscheinlich hat man vor der Eroberung durch Julius Cäsar mit Ausnahme des narbonnensischen Galliens nirgends

Wein gebaut. Livius erzählt nämlich, dass Brennus wegen der schönen Früchte und des vorzüglichen Weines in Italien zu seinem Zuge veranlasst worden sei. Auch Plinius ist dieser Ansicht.*) Seit Beginn der christlichen Zeitrechnung jedoch suchten die Gallier sich in ihrem eigenen Lande die Genüsse zu verschaffen, auf deren Eroberung sie verzichten mussten, und so warfen sie sich mit grosser Leidenschaft auf den Weinbau, zumal gleich die ersten Versuche günstig ausgefallen zu sein scheinen, da schon unter der Regierung des Claudius die Güte der Trauben der Allobroger und Bituriger von Columella anerkannt wird. Domitian liess die Weinstöcke ausreissen, weil er den Einfluss der geistigen Getränke auf den leicht erregbaren und zu steten Revolutionen geneigten Sinn dieser Völker fürchtete. Diese Verfügung wurde zwar bald darauf wieder aufgehoben, aber in den beiden ersten Jahrhunderten hatte der Weinbau doch mit manchen Hindernissen zu kämpfen; erst unter der Regierung des Probus kam derselbe in rechten Aufschwung. Bedenkt man nun, wie zerstückelt Gallien war, wie die meisten Provinzen sich gegeneinander abschlossen, wie viele Kriege sie untereinander führten, bis eine Vereinigung aller Theile zu einem Ganzen erreicht wurde, ferner wie mangelhaft die Verkehrsmittel waren, so kann man sich wohl nicht wundern, dass man allenthalben es sich angelegen sein liess, sich selbst ein Getränk zu verschaffen, für welches die Gallier immer geschwärmt haben. Die grossen Grundbesitzer bestimmten einen Theil ihres Grund und Bodens zum Anbaue des Weinstockes und zwar selbst in den Provinzen, in welchen die Wärme des Sommers und Herbstes zur Zeitigung der Traube nicht ausreichend war. Dureau de la Malle sagt: „Der Weinbau dehnte sich von 587 bis zum Jahre 1200 in Frankreich immer weiter nach Norden aus, selbst bis über Abbeville; aber daraus folgt noch gar nicht, dass sich damals das Klima verbessert habe. Man hat den Grund wohl eher in dem Einflusse des Christenthums zu suchen, weil man bei dem Gottesdienste den Wein nicht entbehren konnte, und in dem Mangel leichter Verkehrsmittel zwischen dem Norden und Süden Frankreichs.“ Das ist auch die Ansicht von Gasparin, Jussieu und Martins, die hier ebenfalls nichts finden können, was für eine Aenderung des Klimas spräche. Es scheint dies um so wahrscheinlicher, wenn man bedenkt, dass auf der Synode zu Auxerre 590 beschlossen wurde, bei der Messe jedes

*) *Hist. natur.* XII. cap. 2. „Man erzählt, dass die durch die Alpen, einen damals unübersteiglichen Bergwall, abgeschlossenen Gallischen Völkerschaften sich aus dem Grunde über Italien ergossen hätten, weil Helico, einer ihrer Mitbürger aus Helvetia, der sich zur Erlernung der Bildhauerkunst zu Rom aufgehalten habe, trockne Feigen, Rosinen, Oel- und Weinmost bei seiner Rückkehr mitgenommen habe“ (Uebersetzung von Strack). Vergl. auch Plutarch. *in Camillo*.

Getränk aus Gerste, Weizen, Aepfeln, Birnen oder Honig zu verbieten und nur mit Wasser gemischten Wein zulässig zu erklären. Daher kommt es vielleicht, dass in den alten Urkunden der Kirchen und Abteien so oft des Weinbaues Erwähnung geschieht, und dass sich die Weinberge im Allgemeinen in der Nähe der Klöster befanden. Die Nothwendigkeit sich an Ort und Stelle mit Wein, mochte er nun sein wie er wollte, zu versorgen, bei der Unmöglichkeit denselben wegen des Mangels an Verkehrsmitteln von auswärts zu beziehen, gab im Mittelalter die Veranlassung zu allgemeinem Weinbaue. Gasparin sagt: „Hätten wir keinen Cider und wären wir auf schlechtes Bier angewiesen; nehmen wir ferner an, dass das Meer geschlossen und die Landstrassen zerstört wären: würden wir dann nicht wieder den Versuch machen, uns aus den Trauben da, wo sie bis zum Essen reif werden, einen Wein zu bereiten?“ Fuster weisst dagegen auf den lebhaften Verkehr zwischen Frankreich und dem Oriente im 6. Jahrhunderte hin. Dieser Einwand scheint jedoch hier von keinem Belang zu sein. Wir stimmen auch darin Gasparin bei, dass der Weinbau im Norden Frankreichs durch die Verbreitung des Cider in der Normandie und durch die Vervollkommnung der Bierfabrikation in Flandern heruntergekommen und aufgegeben worden ist. Die Bereitung des Bieres war schon in den allerfrühesten Zeiten bekannt; nach Strabo, Diodorus, Plinius und Tacitus war dies Getränk bei den Galliern und Germanen im allgemeinsten Gebrauche, und alle anderen Schriftsteller bezeugen, dass die im Norden wohnenden Völker aus Getreide, Honig, wilden Birnen und Aepfeln geistige Getränke bereiteten. Wenn nun Fuster meint, dass Gasparin ganz willkürlich verfahre, wenn er annehme, dass diese Erzeugnisse von keiner besonderen Güte gewesen seien, so lässt sich darüber gar nicht streiten; denn man könnte bei dem vollständigen Mangel aller Nachrichten ebenso gut behaupten, dass die Brauereien im Alterthume ebenso vollkommen, vielleicht noch vollkommener gewesen seien, als die unsrigen. Das steht aber fest, dass man im Alterthume den Wein selbst höher achtete als diese Gebräue, und daraus darf man also wohl den Schluss ziehen, dass die Bierfabrikation auf einer sehr niedrigen Stufe gestanden hat und dass die Getränke sehr mittelmässig gewesen sind.

Wiewohl der Cider und Birnmost schon sehr früh bekannt waren, vergingen doch manche Jahrhunderte, ehe die Obstzucht eine so grosse Ausdehnung gewann, dass diese Getränke in allgemeine Aufnahme kamen. Rozier führt in seinem Werke über den Ackerbau an, dass erst seit dem Jahre 1300 in der Normandie die Aepfel zur Ciderbereitung eingeführt worden seien. Nun darf man auch nicht ausser Acht lassen, dass, je mehr Frankreich zu einem Ganzen

verschmolz, die Verkehrswege zwischen den verschiedenen Landestheilen besser wurden, namentlich auch die Schranken und Barrieren fielen, welche die Provinzen von einander absonderten. Der erleichterte Austausch der Produkte und die Abschaffung mancher fiscalischer Gesetze übten auf den Handel und Ackerbau einen wesentlichen Einfluss aus. Ein recht schlagendes Beispiel in Betreff des letzteren Punktes haben wir in der Besteuerung des Zuckers aus Runkelrüben in neuester Zeit erlebt. In den Gegenden, welche doch nur einen mittelmässigen Wein lieferten, gab man nach und nach den Weinbau auf, namentlich in Flandern, in der Picardie, Normandie und Bretagne. Würde man in Frankreich die Fesseln lösen, welche den Vertrieb des Weines hemmen, würde man die Weinsteuer an den Stadtthoren aufheben: so würde sich im Weinbau bald eine vollständige Revolution herausstellen. Die Weinberge in der Nähe von Paris, ebenso die meisten in Niederburgund und in Orléannais würden gewiss sofort verschwinden. Die schlechten Weine, mit denen ihres niedrigen Preises wegen die Arbeiter in Paris zufrieden sind, würden die Concurrenz mit den feinen Weinen des Südens nicht aushalten können. Dies wichtige, auf die Gesundheit und den allgemeinen Wohlstand so einflussreiche Resultat würde also nicht die Folge einer klimatischen Veränderung, sondern des Steuererlasses sein.

In Betreff des Weinbaues in England sagt Dureau de la Malle: „An einigen günstig gelegenen Stellen, wo die Lage der Hügel oder Felsen gewissermassen ein natürliches Spalier bildet, wurde bereits im 12. Jahrhundert dem Cadaster zufolge Weinbau getrieben. Tamden theilt mit, dass zu Rayleigh in der Grafschaft Essex sechs Morgen Landes mit Wein bepflanzt sind, welche in guten Jahren 20 Tonnen Wein liefern; dabei bemerkt er jedoch, dass hier von eigentlichem Weinbaue, wie in den ächten Weinländern, nicht die Rede sein könne."

Auch in späterer Zeit werden in England an einzelnen Stellen Weinberge erwähnt, namentlich in der Nähe von grösseren Kirchen und Klöstern. Von welcher Sorte diese Weine gewesen sein mögen, kann man allenfalls aus folgender Stelle abnehmen, in welcher Miller von dem Produkte des Weinberges zu Ely spricht: „Im 12. Regierungsjahre Eduard II. wurde der Wein des Weinberges zu Ely für 1 Pfd. Sterl. 12 Schilling und der Weinessig für ein Pfd. Sterl. 7 Schilling verkauft. Im 9. Regierungsjahre Eduard IV. machte man gar keinen Wein, sondern nur Weinessig." Derselbe fügt noch hinzu: „Wenn der Weinbau an einigen besonderen Stellen für etwas spricht, so ist dies dafür, dass seit dem Jahrhunderte, in welchem Beda [29]) schrieb, bis 1685 sich das Klima Englands gleich geblieben ist."

Die heutigen Engländer sind viel zu einsichtige Landwirthe,

als dass sie in einem zum Weinbau wenig geeigneten Lande, welches für Getreidebau und zu Wiesen ganz besonders sich ergiebig zeigt, Weinberge unterhalten sollten, zumal sie sich mit geringen Kosten von Spanien, Portugal und Frankreich aus mit Wein versorgen können. Einige wenige Weingelände finden sich in England allerdings noch als Ausnahmen, z. B. das zu Hampton-Court bei London, was durch seine Ergiebigkeit und sein langes Bestehen weit und breit bekannt ist. Es soll jährlich vier Millionen Trauben liefern.

Das Klima der Bretagne und Normandie in Frankreich ist sicherlich dem Weinbaue günstiger, als das von England; denn Nebel sind daselbst nicht so häufig und bei dem im Allgemeinen heiteren Wetter könnte die Herbstsonne die Traube wohl noch zur Reife bringen. Das Departement der Eure hält heutzutage sogar noch 1677 Hektaren Weinland. In der Umgegend von Vannes und Ploermel in der Bretagne baut man zum Essen ganz schöne Trauben, aus denen man sogar Wein breiten könnte, der aber freilich den Cider dieser Provinzen nicht übertreffen dürfte. Die Lese würde jetzt hier indessen eben solchen Wechselfällen unterworfen sein, wie früher, und nur etwa alle 4 bis 5 Jahre dürfte man auf einen erträglichen Wein rechnen können. Man kann sich also nicht wundern, dass nach dem Beispiele der Engländer und Flamländer ebenfalls die Picarden, Normannen und Bretons den Weinbau fast ganz aufgegeben haben und statt dieses mangelhaften Erzeugnisses lieber Bier, Cider und Birnmost geniessen, die sie sich mit geringen Kosten auf ihrem eigenen Boden erzielen können.

In der Umgegend von Paris namentlich auf den Abhängen findet man noch Weinberge und jedes Jahr keltert man dort eine schlechte Sorte Wein, welche die Eigenthümer meist selbst verbrauchen; auch trifft man in anderen Ländern, welche noch weniger geeignet und noch kälter sind, Weinbau an, z. B. in Schlesien, bei Dresden, bei München und selbst in Dänemark. Wir bleiben indessen dabei, dass im Departement der Seine nicht ein einziges Fass Wein gekeltert werden würde, wenn man in Paris die Weinsteuer aufhebt, und dass es anderwärts wohl nicht anders sein dürfte, wenn der Zoll wegfiele.

Möchte man nun wohl Fuster darin beipflichten, dass man früher im nördlichen und westlichen Frankreich bessere Weine gekeltert habe; dass der von Argences, in dem Calvados, ausgezeichnet gewesen sei (Malmesbury); dass der von Louvain für die alten Herzöge einen Hauptgenuss ausgemacht habe (van Dieve); dass der von Mantes dem Burgunder und Champagner den Rang streitig gemacht habe (Dussieux); dass die normannischen Weine zu den besten in ganz Frankreich gerechnet worden seien (Dumoulin); dass die Weine von Orleans, welche Capefigue das Nonplusultra auf der Tafel der

französischen Könige nannte, die ausgezeichnetsten unter allen französischen Weinen gewesen seien, und dass die Weine von Paris 13 bis 14 Jahrhunderte lang als die ersten Sorten des ganzen Königreichs gegolten hätten, von Julian an, welcher sie im Jahre 360 ganz vorzüglich fand, bis auf Heinrich IV., der seine Austern mit „seinem schönen Weine von Suresnes" hinter spülte? Seine Ansicht hat ungeachtet der vielen Zeugnisse, welche er beigebracht hat, vielfachen Widerspruch und Kopfschütteln veranlasst. Seine Gegner geben nicht zu, dass das Klima des nördlichen Frankreichs eine Aenderung erlitten habe, und bleiben dabei, dass die dort gezogenen Trauben selten zur vollen Reife gelangt seien und stets einen nur mittelmässigen Wein, gewöhnlich aber nur Weinessig geliefert haben. Einige Chronikenschreiber haben zwar selbst diesen Wein sehr gerühmt, aber wer keine bessere Sorte kannte, konnte wohl auch diesen für schön halten. Es verhält sich hier wie mit manchen Gerichten, an die sich der Gaumen gewöhnt, und von denen man später nicht begreifen kann, dass sie geschmeckt haben. Der Geschmackssinn verlangt ebenso eine gewisse Ausbildung, wie der des Gesichtes, des Gehöres und des Gefühls.

Wie man im Mittelalter bei der Weinfabrikation verfuhr, das ist uns unbekannt; jedenfalls hatte man es darin nicht eben weit gebracht. Plinius theilt uns in dieser Beziehung manches Interessante mit.[30]) Nach ihm waren bei den Alten die beliebtesten Weine die, welche den Wohlgeruch von Myrrhe angenommen hatten; auf den Inseln Cos, Lesbos etc. mischte man ihn mit Meerwasser; an anderen Orten pichte man ihn, um ihm Geruch und Geschmack zu ertheilen; in Afrika, auf Cilicien und Kreta liess man ihn kochen. Durch Beimischung von Kalmus (*Calamus*), Nätsch (*Nardus syriacus*), Datteln, Safran, Cinnamom, Iriswurzel und andere Stoffe gab man den Weinen ein besonderes Aroma. Pech, Myrrhe, Meerwasser, Oel und dergleichen, was man hineinthat, konnte gewiss nur einen abscheulichen Liqueur geben; trotzdem trank man solchen Wein, besang ihn sogar, weil man keinen besseren Wein kannte.

Aus den gallischen Weinen machten sich die Römer gar nichts. Plinius sagt:[31]) „Zwischen den Pyrenäen und den Alpen hat Massilia Weine von zweierlei Geschmack, wovon man den einen fetteren, den man den saftigen nennt, zum Würzen anderer gebraucht." — (Man sieht also, dass nach Verlauf von 18 Jahrhunderten in den Produkten von Marseille keine Aenderung eingetreten ist.) — „Von den übrigen im Narbonnensischen lässt sich nicht mit Bestimmtheit sprechen, weil man dort ein Geschäft daraus macht, sie durch Rauch zu färben; thäte man dies nur nicht auch mit Kräutern und schädlichen Zusätzen! Denn selbst mit Aloe verfälscht der Händler Geschmack und Farbe." Jetzt übertreffen die Weine von Medoc

die italienischen. Gewiss darf man aber daraus, dass ehemals die Römer ihren Gewächsen den Vorzug gaben, nicht den Schluss ziehen, dass sich das Klima Italiens verschlechtert und das der Gironde verbessert habe; sondern es spricht dies nur dafür, dass man in Frankreich den Weinbau und die Weinfabrikation auf eine höhere Stufe zu erheben gewusst hat.

Aus Allem ergiebt sich, dass bei den früheren Bewohnern Galliens der Weinbau keine bedeutenden Fortschritte gemacht hatte. Auf das Urtheil einiger alten Chronikenschreiber hat man also wenig Gewicht zu legen; jedenfalls kann man aus ihren Angaben über die Beschaffenheit des Weines keinen Anhalt hernehmen, der zum Beweise dienen könnte, dass eine Veränderung des Klimas stattgefunden habe. Die Güte des Weines hängt zu sehr von der Natur des Weinstockes und von seiner Pflege ab, als dass man in der vorliegenden Frage auf sie ein unanfechtbares Urtheil gründen könnte.

Berühren wir nun noch kurz Fuster's durch eine grosse Menge von Zeugnissen unterstützte Behauptung von der früheren besonderen Güte der pariser Weine. Zunächst kann man einwenden, dass man früher an der Seine auf den Weinbau weit mehr Sorgfalt verwendet habe; denn auf den meisten Abhängen um Paris wächst eine ziemlich wohlschmeckende Traube. Fest steht, dass man jetzt rings um Paris den Weinstock sehr vernachlässigt und ihm nur den schlechtesten Boden einräumt. — Was die Erzählung betrifft, dass Heinrich IV. seine Austern mit seinem schönen Weine von Suresnes hinuntergespült habe, so beruht dies wohl auf einem Missverständniss. Wie hätte ein solcher Feinschmecker wie Heinrich IV. an einem solchen Getränke ein besonderes Wohlgefallen finden sollen, zumal damals diese Sorte gewiss nicht die beste überhaupt war? Nun hat der Abbé Caron, der Gründer der naturforschenden Gesellschaft der Seine und Oise, nachgewiesen, dass in der Nähe von Vendôme auf einem Erbgute dieses Königs eine Traubensorte wächst, welche man Suren nennt, und die einen sehr angenehmen Weisswein liefert, dessen Güte noch zunimmt, je älter er wird. Hiervon liess sich Heinrich IV. bringen und davon trank er für gewöhnlich. Man zeigt noch jetzt zu Vendôme einen eingezäunten Weingarten, welcher „Heinrich des Vierten Weingarten" heisst. Später kam der Wein aus der Mode, da Ludwig XIII. die Vorliebe seines Vaters nicht geerbt hatte. — Bruzen de la Martinière (gest. 1749) im *Dictionnaire géographique, historique et critique* und der Abbé Leboeuf in *Histoire de la ville et du diocèse de Paris* legen beide dafür Zeugniss ab, dass das Dorf Suresnes durch seinen vorzüglichen Wein bekannt war. Sollte sich nun seitdem, d. h. seit etwa 100 Jahren, das Klima von Suresnes wesentlich geändert haben? Das wird kein Unbefangener behaupten. Hat sich aber das

Klima von Suresnes nicht geändert, so gilt dasselbe von Paris. Wer das Gegentheil behauptete, würde mit den Tabellen des Längenbureaus in Widerspruch gerathen, aus denen hervorgeht, dass die Regenmenge, die Winde, die Temperatur und der Wechsel der Jahreszeiten daselbst ungeändert geblieben sind.

Die Geschichte der Weingegenden scheint uns eher die Unveränderlichkeit der Klimate zu bestätigen und zu beweisen, als dagegen zu sprechen. Die Weinsorten, welche im Alterthume als ausgezeichnete galten, haben diesen guten Ruf behauptet und werden noch jetzt hoch geschätzt; z. B. der schon zu Homers Zeiten bekannte von Maronea an der Küste von Thracien [32]); der von Rhodus, von Chios auf der anatolischen Küste, von Thasos und von Smyrna, die nun schon seit drei Tausend Jahren die verdiente Anerkennung finden. Der Cyperwein, dessen Stock sich durch seine Grösse auszeichnet, hat von jeher als einer der besten auf der ganzen Erde gegolten: in dem „der Kampf der Weine" betitelten Gedichte Heinrichs von Andely aus dem 13. Jahrhunderte setzt der König Philipp dem Cyperweine die Siegerkrone auf.

Die Römer hatten eben keine Ursache auf ihre Weine stolz zu sein; denn die aus der Nähe Roms waren ziemlich mittelmässig, wenngleich sie von den Dichtern besungen worden sind. Julia Augusta verdankte ihre 82 Lebensjahre dem Pucinischen Weine; sie hat nie anderen getrunken. Augustus zog den Setiner, welcher oberhalb des Forum Appii wuchs, allem anderen vor, und so war es auch beinahe bei allen folgenden Fürsten. Früher hatte der Cäcuber den grössten Ruf. Nach ihm kam der Falerner, der jedoch seit Theodorichs Zeiten verschwunden ist; ob er den Ruf rechtfertigte, ist zweifelhaft, da schon Plinius sagt, dass die Traube nicht gut schmecke. Den dritten Preis ertheilte man dem Weine von Sorrento, dem Surrentiner, den der Kaiser Gajus jedoch einen geadelten Krätzer nannte. Den vierten Rang nahm nach Cäsars Briefen der Mamertiner ein, der um Messana auf Sicilien wächst; er steht auch jetzt noch in Ansehen und gewinnt namentlich durch langes Liegen.

Von den spanischen und portugisischen Weinen brauchen wir wohl gar nicht zu sprechen. Diese beiden Länder sind von jeher durch ihre Weine berühmt gewesen. Der Catalonische (*Laletana*) und der Tarragonische Wein (*Tarraconensia*) behaupten jetzt noch ihren alten Ruf; der von Madeira (*Balearica*) lässt keinen anderen neben sich aufkommen.

Die besseren französischen Weine haben gar kein hohes Alter; denn was zur Zeit der Römer erzielt wurde, fand wenigstens nach dem Urtheile des Plinius bei den Feinschmeckern wenig Beifall. Die Gewächse der Gironde kamen zuerst in Ansehen, und durch fort-

gesetzte sorgfältige Behandlung ist man dahin gelangt, dass die dort gewonnenen Weine in der ganzen Welt beliebt geworden sind. Burgund und die Champagne lieferten dann, aber viel später, vorzügliche Weine, denen nur wenige andere an die Seite gestellt werden können. Wollten wir nun die Ansicht vertheidigen, dass das Klima dieser Provinzen sich verbessert habe, so würden wir nicht in Verlegenheit kommen, ziemlich triftige Gründe beizubringen; die Umwandlungen, welche die alten Weinberge erlitten haben, würden dafür geltend gemacht werden können und die ungemein reiche Produktion der Frankreich eigenthümlichen feinen und köstlichen Weine. Wir sind indessen weit entfernt, dies behaupten zu wollen. Frankreich hat seit zweitausend Jahren mehr denn einmal vollständige Revolutionen erfahren nicht nur in politischer Beziehung, sondern auch im Handel und Wandel und im Ackerbaue; seine meteorologischen Verhältnisse sind jedoch dieselben geblieben, denn diese hängen weder von dem Willen des Menschen ab, noch von den staatlichen und socialen Verhältnissen. Um bei dem Weinbau stehen zu bleiben, müssen wir bedenken, dass der Weinbauer durch die Erfahrung belehrt worden ist: dass er den dem Weinstocke zusagenden Boden zu unterscheiden gelernt hat, dass er weiss, welche Lage gegen die Himmelsgegenden den Vorzug verdient, dass er in der Pflanze einen Unterschied macht und dass er die vortheilhafteste Art und Weise der Weinbereitung studirt hat. Der Capwein, der Johannisberger, der Tokaier, der Madeira und der Cyperwein liefern alle Beweise, dass es das Klima allein nicht macht, einen vorzüglichen Wein zu gewinnen, und dass der Einfluss desselben erst in zweiter Linie steht. Der Boden hat ein gewisses Etwas, was gewöhnlich sich nur auf kleinen Räumlichkeiten findet; wie auch Osburn von Aegypten sagt, nämlich dass man dort an manchen Stellen mit dem einen Fusse auf dem fruchtbarsten, mit dem anderen auf dem unfruchtbarsten Boden stehen könne. Diese Bemerkung trifft gewiss nicht blos für Aegypten zu, sondern dürfte ebensowohl auf alle Länder der Erde passen, wie denn z. B. die Hügel an der Marne zahlreiche Beispiele hierfür bieten. Der Weinstock ist aus Cypern nach Burgund verpflanzt worden, der von Tokai nach Nimes und Béziers, der von Medoc nach Amerika und Australien; aber Cyperwein, Tokaier und Bordeauxer baut man doch nur in der eigentlichen Heimath derselben.

ACHTES CAPITEL.

Einige Bemerkungen über das Klima Frankreichs und der benachbarten Länder.

Dass allenthalben auf der Erde die grossen atmosphärischen Phänomene: Temperatur, Regen und Wind, fast ausschliesslich von der Breite, der relativen Höhe und der Lage gegen die Himmelsgegenden der einzelnen Gegenden abhängen, scheint uns hinlänglich erwiesen. Bleiben diese Verhältnisse im Laufe der Zeit unverändert, so ist dies auch mit dem Klima der Fall. Obgleich diese Wahrheit gegen jeden ernsten Angriff geschützt zu sein scheint, möge es doch gestattet sein, noch einige neue Belege dafür beizubringen, indem wir die historischen Zeugnisse einer unparteiischen Untersuchung unterwerfen. Dabei wird man jedoch nicht ausser Acht setzen dürfen, dass das Gewicht, welches man den einzelnen Schriftstellern beizulegen hat, nur ein relatives ist. Herodot ist ausgezeichnet in der Gewissenhaftigkeit, mit welcher er die alten Annalen der Völker untersuchte; Thucydides hat sich als tiefer Politiker geltend gemacht; Polybius war ein anerkannter Staatsmann und geschickter Diplomat; Strabo sucht seines Gleichen als Geograph; Cäsar verdient als Geschichtschreiber und Feldherr unsere Bewunderung. Wollte man indessen an die Schriften dieser Männer denselben Maassstab anlegen, sofern es sich um Genauigkeit der Beobachtungen handelt, wie z. B. an die Arbeiten der wissenschaftlichen Commission, welche die ägyptische Expedition begleitete, so würde man gewiss fehlgreifen.

In den Schriften der Alten wird zwischen *Gallia narbonensis* und dem eigentlichen *Gallia* ein sorgfältiger Unterschied gemacht. Hält man dies nicht fest, so ist man mannigfachen Missverständnissen ausgesetzt. Das erstere umfasste, ohne gerade streng begrenzt zu sein, das spätere Languedoc (Toulouse, Carcassonne, Nimes, Béziers), Roussillon und einen grossen Theil der Provence und Dauphine. Plinius, Strabo, Tacitus schildern diesen Theil Frankreichs als ein zweites Italien. Der Dichter Ausonius ist von Bordeaux und seinen Bewohnern ganz begeistert.*) Auch heutzutage gehört dies Land noch zu den schönsten und gemässigtesten der ganzen Erde.

Der nördliche Theil Galliens war vor Cäsars Kriegszügen den Römern wenig bekannt; weshalb man bei den Mittheilungen, welche

*) *O patria, insignem Baccho, fluviisque, virisque*
Moribus ingeniisque hominum ....

die Geschichtschreiber über denselben machen, ganz besondere Vorsicht anwenden muss. Dafür dass sich das Klima dieses Landes nicht geändert habe, kann man leicht ebenso viel Belege beibringen, wie für die entgegengesetzte Ansicht. Diodorus Siculus schildert das Klima als überaus strenge; er hatte aber, wie bereits Dureau de la Malle bemerkt hat, das Land niemals selbst gesehen und ist auch sonst durch seine Uebertreibungen bekannt. Vor Cäsar's Zeit erfüllte der blosse Name der Gallier die Römer mit Furcht und Schrecken und jedesmal, wenn ihre Heere die Alpen überschritten, erklärte der römische Senat das Vaterland in Gefahr. So kam es, dass noch lange nachher die Geschichtschreiber und Dichter dies Volk als ein barbarisches schilderten und die Gegend, in welcher dasselbe wohnte, als für jede andere Nation als unbewohnbar darstellten.

Cäsar, der 10 Jahre in Gallien zubrachte und das Land an der Spitze seiner Truppen nach allen Richtungen durchzog, ist jedenfalls der zuverlässigste Gewährsmann und seine Mittheilungen sind gewiss vor allen anderen berechtigt. Man darf sich übrigens darüber nicht wundern, wenn den Römern das Klima dieses Landes als ganz besonders rauh erschien, denn die Kriege, welche sie bis dahin geführt hatten, hatten ihren Schauplatz in südlicheren Gegenden: in Italien, Griechenland, Afrika und Kleinasien. Gleichwohl geht aus Cäsar's Commentarien nirgends hervor, dass in Gallien der Winter strenger und das Wetter unbeständiger gewesen sei, als im heutigen Frankreich, trotz der traurigen Schilderung, welche sich am Schlusse des dritten Buches findet, als die Völkerschaften von Boulonnais, Flandern und Brabant besiegt waren und diese sich in die Wälder zurückzogen, in welchen sie Cäsar nicht verfolgen konnte. Naturereignisse, wie die dort geschilderten, kommen auch jetzt noch vor, mussten nur damals für eine Armee viel schlimmer sein, da das Land noch von Wäldern bedeckt war und es an guten Strassen fehlte. Sieht man doch aus dem sechsten Buche, dass Cäsar nicht einmal das Ende des Winters abwartete, um seinen Feldzug zu eröffnen. Ebenso machte er noch kurz vor dem Winter eine Recognoscirung in Grossbritannien. Cäsar hat sich über das Klima dieser Gegenden durchaus nicht getäuscht; wie er es der Breite nach und seiner nördlichen Lage gemäss erwarten konnte, so hat er es gefunden und geschildert.

Nach der Eroberung Galliens lernte man dasselbe besser kennen, und die Schilderungen nahmen daher minder ungünstige Farben an, wenn man auch von manchen Seiten noch in dem Geiste des Diodorus Siculus fortfuhr, namentlich die Dichter dabei blieben, Gallien als ein wildes und kaltes Land auszumalen. Dies war sogar noch zu der Zeit der Fall, wo nach Fuster dies Land schon eine sehr glückliche Umgestaltung erlitten hatte. Ein Schriftsteller des

4. Jahrhunderts sagt noch: „Weiterhin erheben sich die schneeigen Gipfel der Pyrenäen; noch weiterhin bewohnen die wilden menschenscheuen Völkerschaften Galliens eine ganz unwirthbare Gegend.“ Seneca sagt: „Das Klima Galliens ist so rauh, dass es daselbst sogar während des Sommers bisweilen regnet.“ Dies ist eigentlich der schlagendste Beweis, dass sich in hygrometrischer Beziehung in Frankreich nichts geändert hat. Varro, der Zeitgenosse des Augustus, sagt, dass er am Rheine Länder gesehen habe, in denen weder Weinstöcke, noch Oelbäume, noch sonstige Fruchtbäume wuchsen, und so ist es in der That noch jetzt nach zwei Tausend Jahren, denn in manchen Gegenden des Rheingebietes gedeihen auch jetzt keine Weinstöcke und Oelbäume.

Der Fruchtbarkeit Galliens lässt Cäsar volle Gerechtigkeit widerfahren. Schon damals war wie jetzt die Gegend um Soissons eine der fruchtbarsten. Avienus schildert den nördlichen Theil Galliens bis zu dem Ufer des Rheines in folgender Weise: „Dies Land, welches Getreide in Menge hervorbringt und an Weiden Ueberfluss besitzt, macht einen angenehmen Eindruck durch die grossen, dem Dienste der Götter geweihten Waldungen, welche es hier und da durchziehen. Gegen die Kälte empfindliche Pflanzen gedeihen daselbst nicht leicht und nicht allenthalben. Die Temperatur ist gesund und schädliche Thiere sind daselbst selten.“

Mit dieser so genauen und so kenntlichen Schilderung stimmen auch andere kundige Schriftsteller in allen Punkten überein; diese wussten, dass der mit Sorgfalt bebaute Boden des nördlichen Galliens alle Sorten Getreide und Körner in Ueberfluss hervorbrachte, dass mehrere Roggen- und Weizenarten dem Lande eigenthümlich angehörten, von denen Rom sogar Zufuhr erhielt*). Die grösseren Landbesitzer besassen schon sehr vollkommene Ackergeräthschaften**); Flachsbau war ebenso sehr verbreitet. Plinius erzählt sogar, dass die alten Gallier ihre Aecker mit grossem Vortheile gemergelt haben. „Die Heduer und Pictonen haben ihre Felder mit Kalk sehr fruchtbar gemacht, den man für Oelbäume und Weinstöcke gleichfalls sehr nützlich findet“ (XVII. 4). Somit haben sich seit zwei Tausend Jahren in Frankreich nicht nur der Boden und die Bodenerzeugnisse nicht geändert, sondern es sind sogar gewisse Dungmittel Mergel und Kalk, bis auf die neueste Zeit ebenso in Gebrauch geblieben und zur Verwendung gekommen, wie in jenen frühen Zeiten.

Nach Fuster ist das Klima Galliens seit den ersten Jahren der christlichen Zeitrechnung milder geworden, und zwar soll sich die Temperatur gesteigert haben, die Regenmenge geringer geworden

*) *Cicero pro Fonteio; Dio Cassius.*
**) *Plinius, hist. nat.* XVII. 48.

sein und überhaupt die Witterung eine mehr gleichmässige Gestaltung angenommen haben. So schildert auch der Kaiser Julian um die Mitte des vierten Jahrhunderts sein liebes Lutetia ganz reizend, indem er die Milde der dortigen Winter hervorhebt und die vorzüglichen Weine und Feigen der Umgegend rühmt. Gleichwohl dürfte es erlaubt sein, eine Veränderung des Klimas zu bezweifeln, denn derselbe schreibt auch: „Die Seine hat sich ganz mit Eis bedeckt, welches eine Art Brücke über den Fluss bildet.“ Jetzt treibt die Seine etwa alle 4 bis 5 Winter mit Eis und in einem Jahrhunderte gefriert sie etwa 4 bis 5 Mal ganz zu. Ferner bedenke man, dass die militairischen Operationen zur Zeit des Julian, wie zu der des Cäsar, in der Regel erst im Juli ihren Anfang nahmen und mit Eintritt der Herbst- Tag- und Nachtgleiche beendigt wurden. Ammianus Marcellinus sagt: „Nach dieser Tag- und Nachtgleiche wird daselbst die Kälte unerträglich und Berge und Ebenen sind mit Schnee bedeckt.“ In den Schilderungen der Geschichtschreiber der vier ersten Jahrhunderte findet man somit gar nichts, was für eine Veränderung des Klimas spräche. Zum Ueberflusse möge noch folgende Stelle des Julian Aufnahme finden, die mit Varro's Schilderung aus dem ersten Jahrhunderte völlig übereinstimmt: „Als ich an der Spitze meiner Truppen im transalpinischen Gallien in die Nähe des Rheines kam, fand ich einige Gegenden (Franche-Comte, Burgund), in welchen weder Weinstöcke noch Olivenbäume, noch sonstige Fruchtbäume wuchsen.“*) Was berechtigt also zu dem Schlusse, dass sich seit dem 4. Jahrhunderte das Klima dieser Länder verbessert habe!

Weiter oben haben wir gesehen, dass grosse Waldungen nicht eben temperaturerniedrigend wirken; folglich wird ihre Ausrottung auch nicht als ein Mittel angesehen werden können, das Klima eines Ortes zu mildern. Nach Fuster soll nun die Eroberung Galliens die Ursache sein, dass seine Temperatur eine mildere geworden sei und sich fast sofort verbessert habe. Aber darf man dabei vergessen, dass der Krieg ein wahrer Vertilgungskrieg war, dass durch den Tod gerade der kräftigsten Leute dem sonst so gefürchteten Lande seine Hauptkräfte entzogen wurden?

J. B. Say hat darauf aufmerksam gemacht, dass zwanzigjährige Sorgen und Kosten erforderlich sind, um einen Menschen zu erziehen, den eine Kugel in einem Augenblicke dahinrafft. Das Unglück, was ein Krieg in seinem Gefolge hat, ist in der That schrecklicher, als man gewöhnlich meint; man denke nur an die verwüsteten Felder, an die geplünderten Wohnungen, an die zerstörten industriellen

*) *Quum exercitum ducerem, aliquot regiones accessi, ubi nec vitis, nec olea, nec poma nascerentur.*

Etablissements, an die Summen Geldes, die aufgebracht werden müssen, und man wird zugestehen, dass ein Volk dadurch an den Abgrund des Verderbens gebracht werden kann; zumal wenn man berücksichtigt, dass ausser den auf dem Schlachtfelde Bleibenden noch eine grosse Zahl zu Grunde geht. Es nehmen zwar, wie man bei der Pest von 1720 zu Marseille gesehen hat, nach Zeiten grosser Sterblichkeit die Heirathen und Geburten in der Regel auf eine auffallende Weise zu; aber nach der Meinung aller Staatsökonomen ist es nach einem Kriege gerade umgekehrt. Say bemerkt noch weiter: „Ein grosser Verlust an Männern ist ein grosser Verlust am erworbenen Reichthum.... Der Ausspruch des Prinzen von Condé nach der Schlacht von Senef in Belgien: „„Eine Nacht in Paris macht dies Alles wieder gut““ ist eben so absurd, wie barbarisch.“*)

Es führt somit zu nichts, wenn man auf den Zustand der Erschöpfung, in welchem sich Gallien nach einem zehnjährigen Kriege, welcher die Blüthe seiner Bevölkerung dahin raffte, befand, so viel geben will. Nach Fuster gab einige Jahrhunderte später die Bekehrung zum Christenthume der betriebsamen Bevölkerung dieses Landes einen neuen Anstoss, die Schätze des Bodens auszubeuten. Der heilige Paulinus im 5. Jahrhundert setzt dies ausser allem Zweifel, indem er erzählt, dass an der Stelle wüster und undurchdringlicher Wälder sich zahlreiche Kirchen und Klöster erhoben hatten. Im 7. Jahrhunderte standen unter dem heiligen Amandus allein in der Provence beinahe 4000 Mönche, die das Gelübde abgelegt hatten, zu arbeiten und den Boden zu bebauen, welche die Haiden urbar machten, die sumpfigen Gegenden verbesserten und unergiebigen, unbrauchbaren oder mephitischen Boden in fruchtbares Land umwandelten. Holland, Flandern und die normannische Küste (Neustrien) wurden durch die Anstrengungen der religiösen Orden blühende Provinzen.**) Man

*) *J. B. Say, Traité d'écon. polit.*, p. 425.

*) Der oben angeführte Ausspruch scheint uns nicht erwiesen und überdies mit dem Charakter des grossen Condé im Widerspruche zu stehen. Als der Prinz nach der siegreichen Schlacht von Rocroy das Schlachtfeld besuchte, traten ihm beim Anblicke der Verwundeten, denen man noch keine Hülfe hatte bringen können, die Thränen in die Augen.

**) Die Trappisten haben nach dem Vorbilde der alten Orden ebenfalls das Gelübde abgelegt, ihr Leben der Arbeit zu weihen. In Frankreich finden sich mehrere solche Brüderschaften und Algerien hat ihnen manche urbar gemachte Stellen zu danken. Bei Briquebec, im Bezirke von Valognes, liessen sich 1842 einige Trappisten auf einer brach liegenden Stelle nieder, die voller Felsen war und nichts als elendes Gesträuch und sumpfiges Wasser enthielt. Jetzt haben nach einem Journal von Caen die Sümpfe Feldern von wunderbarer Fruchtbarkeit Platz gemacht: die Felsen sind unter vegetabilischer Erde zum Theil verschwunden; geschickt angelegte Kanäle geben den Kräutern ein frisches, lachendes Ansehen; andere unterirdische Kanäle, die etwa in einer Tiefe von 3 Fuss gelegt sind, nehmen das Wasser der sumpfigen Partieen auf und führen es in einen grossen Behälter, welcher mehrere Mühlen speist.

verdankt ihnen eine Menge der schönsten Früchte, z. B. die Dechanei-Birne; viele allgemein bekannte Gärten haben sie angelegt, z. B. den auf dem Johannisberge. Die Abtei zu Cluny schuf in Zeit von noch nicht hundert Jahren seit ihrer Gründung in Frankreich 500 Musterwirthschaften. Der Benedictinerorden hat auf den Ackerbau ebenso erspriesslich eingewirkt. Viele Gartengeräthschaften verdankt man ebenfalls den religiösen Brüderschaften. Die Einführung des Hopfens bei der Bierbereitung ist desgleichen ihr Werk.

Wenn nun auch der wohlthätige Einfluss, welchen die religiösen Orden auf den Ackerbau ausgeübt haben, sich nicht bestreiten lässt, so fragt sich doch, ob mit der Verbesserung des Bodens die Verbesserung des Klimas Hand in Hand geht. Wie gering der Einfluss der Bodencultur auf die atmosphärischen Phänomen ist, haben wir bereits gesehen. Kann man nun wohl annehmen, dass in der Zeit vom 1. bis 9. Jahrhundert der Ackerbau durch allmälige Vervollkommnung in Frankreich auf den hohen Standpunkt gekommen sei, zu dessen Erreichung Friede und allgemeine Sicherheit eine Hauptbedingung ist? Dann würde man mit der Geschichte in vollen Widerspruch treten. Im ersten Jahrhunderte fanden in Gallien nicht weniger als vier Erhebungen gegen die römische Gewaltherrschaft statt. Die folgenden Jahrhunderte sind durch die Verwüstungen, welche die Franken anrichteten, und die mit Blut bezeichneten Einfälle jener barbarischen Züge: der Vandalen, Alanen, Sueven, Burgunder, Westgothen, Heruler, Gepiden, Quaden, Sachsen, Allemanen, Sarmaten, Pannonier, Hunnen etc., welche die Wachsamkeit der Römer täuschten und über den Rhein gehend Gallien überflutheten, gekennzeichnet. Während des 9. Jahrhunderts, in welchem die Verheerungen der Normannen begannen, die nach und nach Rouen, Nantes, Paris, Bordeaux, Tours, Orleans, Clermont etc. plünderten, soll nach Fuster das Klima Frankreichs in seiner Verbesserung nicht still gestanden haben; aber ausserdem fallen in diese Zeit die Einfälle der Saracenen und Bürgerkriege, welche ebenso wie die Folgen der Zerstückelung des Reiches Carls des Grossen Frankreich mit Ruinen bedeckten und grosses Unheil herbeiführten. Das ist denn doch eine wunderbare Sache, dass die Plünderung von Städten, die Erwürgung der Einwohner und die Verwüstung der Felder durch Feuer und Schwert mit einer fortschreitenden Entwickelung des Ackerbaues verbunden gewesen sein soll.

Wie wir bereits oben gesehen haben, schreibt Fuster das Schlechterwerden des Klimas in Frankreich den nach Carl des Grossen Tode eintretenden Unruhen, den wüthenden Bürgerkriegen und den Kreuzzügen zu. Die letzteren entvölkerten Frankreich in dem Maasse, dass man auf 7 Frauen kaum einen kräftigen Mann fand. Zu alledem kam noch, wie Fuster sagt, ein atmosphärischer Zu-

stand, welcher zu dem Ganzen zu passen schien: der Himmel war überladen mit Wolken, mit Feuchtigkeit, mit Regen und Gewittern. Endlich führt derselbe noch als nicht ohne Einfluss auf das Klima Frankreichs den Sturz der Feudalherrschaft und den Ausbruch der Reformation an. Noch unter der Regierung Ludwig IX., und zur Zeit Philipp Augusts, Heinrich des Vierten und Ludwig XIV. habe man von einer Abnahme der klimatischen Verschlechterung kaum etwas spüren können. Ueber die Jetztzeit fällt derselbe folgendes Urtheil: „Das allmälige Kahlerwerden der Ebenen, Abhänge, Hügel und Berge öffnet das Land immer mehr den Winden; die Kälte nimmt zu, die Regenmenge nimmt ab, das vom Boden nicht eingesogene Wasser überschwemmt die Felder immer häufiger: die Unbeständigkeit steigert sich bei dem entblössten, von brach liegenden Stellen und Haiden unterbrochenen Boden; kurz das Klima wird immer kälter, veränderlicher, unbeständiger, trockner."

Könnten wir auch zugeben, dass vom 1. bis 9. Jahrhundert Gallien im Ackerbau und der Bodenbewirthschaftung überhaupt ungeheuere Fortschritte gemacht hatte, so wird doch schwerlich jemand zu behaupten wagen, dass vom 9. Jahrhunderte ab bis auf die Jetztzeit alle Verhältnisse: sociale, staatliche, industrielle sich so verschlechtert hätten, dass der Boden und die Atmosphäre Frankreichs gerade im entgegengesetzten Zustande als vor dem sich befänden. Ackerbau und Industrie haben wohl noch nie auf einer so hohen Stufe gestanden, als jetzt; Zeiten des Mangels und der Hungersnoth, die sonst beinahe periodisch sich einstellten, sind in keinem Jahrhunderte so selten gewesen, ungeachtet die Bevölkerung Frankreichs gegen die früheren gerühmten Zeiten um ziemlich 10 Millionen zugenommen hat. Wohlhabenheit ist jetzt allgemeiner, das Landvolk kleidet sich besser und isst besser, wenn auch noch Manches zu wünschen bleibt. Fragen wir nach den Ursachen einer so günstigen Umgestaltung, so haben wir sie unstreitig in den Fortschritten der Industrie und in dem erleichterten Handelsverkehr zu suchen, namentlich aber in der Wechselwirthschaft, den gewaltigen Fortschritten in der Bodencultur und der Urbarmachung sonst unbenutzter Ländereien. Die Waldflächen sind auf ein den Verhältnissen angemessenes Maass gebracht und fruchtbarer Boden dadurch für andere Erzeugnisse gewonnen. Wollte man in der That behaupten, dass das Klima von Frankreich sich fort und fort verschlechtere, und diese Verschlechterung einer mangelhaften Bodenbewirthschaftung zuschreiben, so hiesse dies, die unbestreitbaren Fortschritte der jetzigen Art des Ackerbaues läugnen, und die überraschende Bevölkerungszunahme, die mit dem nationalen Wohlstande so innig Hand in Hand geht, nicht anerkennen.

Das an Frankreich angrenzende Belgien, welches mit zu

dem alten Gallien gerechnet wurde, hat mit demselben ein gleiches Klima.

Das Klima Deutschlands[33]) ist bei der grossen Ausdehnung desselben von dem Rheine bis zur Weichsel und Donau und von dem adriatischen Meere bis zur Nord- und Ostsee ein sehr verschiedenes.*)

Das Klima Englands.

Ueber das Klima Grossbritanniens spricht sich Cäsar in den Commentarien dahin aus, dass es gemässigter als das von Gallien sei, das daselbst weniger strenge Winter herrschten etc.; man darf jedoch hierauf weniger Gewicht legen, da Cäsar nicht Jahre lang, nicht einmal ein einziges volles Jahr in England zubrachte, sondern nur zweimal im Sommer daselbst landete und, wie Tacitus sagt, die Insel nicht eroberte, sondern eigentlich den Römern nur zeigte. Von grösserer Bedeutung ist das, was uns Tacitus mittheilt; denn seine Notizen rührten von seinem Schwiegervater Agricola her, der sich volle acht Jahre in Grossbritannien aufhielt. Hiernach ist der Himmel oft tübe durch Regen und Nebel, die Kälte nicht streng.**) „Die Tage sind länger als in Frankreich; die Nächte hell und im äussersten Theile Britanniens so kurz, dass zwischen dem Ende des einen Tages und dem Anfange des nächsten nur eine kurze Zeit inne liegt. Man behauptet sogar, dass, wenn nicht etwa Gewölk daran hindert, die Sonne den ganzen Tag lang zu sehen bleibt, weder unter-, noch aufgeht, sondern nur den Horizont streift.“ Auf den Shetlandsinseln kann man bei heiterem Wetter wirklich im Juni und Juli um Mitternacht lesen. Weiter sagt Tacitus: „Mit Ausnahme der nur in wärmeren Klimaten heimischen Pflanzen, z. B. des Olivenbaumes und des Weinstockes, ist der Boden Britanniens für alle geeignet und ist sogar ergiebig. Die Reife erfolgt spät, das Wachsthum ist rasch und zwar lediglich wegen der grossen Feuchtigkeit der Luft und des Bodens.“ Wir sehen hieraus, dass zur Zeit der Römer das Klima Englands ein gemässigtes war, wie es jetzt auch der Fall ist. Desshalb konnte Agricola selbst noch nach dem Sommer ins Feld ziehen und mit Leichtigkeit die Insel erobern. Man fand dort viele Wälder, namentlich in Caledonien.***)

Ebenso wie England und Frankreich unterstützt auch Irland (Hibernia) unsere Ansicht. Die Insel war bereits den Phöniciern

*) Seneca sagt von Deutschland: *Perpetua illos hiems, triste coelum premit, maligne solum sustentat;* Tacitus: *Brevi aestate et praematura hieme.* Man darf hierbei nicht vergessen, dass es Römer sind, von welchen diese Schilderungen herrühren.

**) *Coelum crebris imbribus ac nebulis foedum; asperitas frigorum abest.*

***) Nach Augustin Thierry kommt Caledonien her von dem kymrischen *Calyddon*, was „Wald“ bedeutet.

bekannt; bei den Griechen und Römern galt sie wegen der daselbst herrschenden strengen Kälte für unbewohnbar. Erst als die Römer mit den Britten in nähere Berührung kamen, erhielt man durch diese genauere Kenntniss und erfuhr, dass die Temperatur daselbst ebenso mild wie in Grossbritannien und die Insel besonders reich an schönen Weideplätzen sei. Die Bewohner galten als Wilde, wie dies mit fremden Völkern gewöhnlich zu geschehen pflegt; Agricola war indessen überzeugt, dass eine einzige Legion zur Eroberung der Insel und zur Befestigung der römischen Herrschaft auf derselben ausreichend sein würde.

Wir heben besonders hervor, dass Tacitus von häufigem Regen oder vielmehr von Nebeln spricht, welche die Luft Englands verdüstern, und dass der genaueste Geograph des Alterthums, Strabo, dasselbe berichtet. Dasselbe findet noch jetzt statt, und Nebel, welche sogar die Sonne ganze Tage nicht durchdringen lassen und den Tag fast in Nacht verwandeln, sind auf der Insel nicht selten. Kann es wohl einen schlagenderen Beweis dafür geben, dass die meteorologischen Phänomene im Laufe vieler Jahrhunderte dieselben geblieben sind? [34])

NEUNTES CAPITEL.

Das Klima Italiens in alter und neuer Zeit.

Von manchen Seiten hat man die Behauptung aufgestellt, dass im Alterthume das Klima Italiens ebenso wie das des westlichen Europa überhaupt rauher und strenger als jetzt gewesen sei. Diese Ansicht hat namentlich R. W. Rothmann, besonders auf den in Latium seit undenkbaren Zeiten stattfindenden Bau des Oelbaums sich stützend, widerlegt. Derselbe sucht ebenso nachzuweisen, dass in der Campagna von Rom die Buche nicht vorgekommen sei, wie man es ohne ausreichenden Grund behauptet hatte. Nach Rothmann fand sich dieser Baum damals wie jetzt nur in den Apenninen in einer Höhe von 2500 bis 3800 Fuss. Die irrige Ansicht, dass sich das Klima von Italien verbessert habe, ist wohl aus einer nicht genauen Auslegung einiger Stellen in den Schriften der Alten hervorgegangen; eine nähere Prüfung der Angaben, welche sich bei den zuverlässigsten Geschichtschreibern finden, hat uns aber die Ueberzeugung verschafft, dass das Klima ungeändert geblieben ist. Bei Rom fanden sich, wie in allen Ländern, in welchen der Mensch zuerst seinen Wohnsitz aufgeschlagen hat, zur Zeit seiner Gründung

zahlreiche Wälder, namentlich waren auch die sieben Hügel dicht mit Gehölz bedeckt.*) Diese Wälder verschwanden schnell durch die Zunahme der Bevölkerung und das Bedürfniss den Boden zum Anbaue des Getreides urbar und tauglich zu machen. Man kann sogar mit vollem Rechte sagen, dass das stolze Rom ebenso durch seinen Sinn für Ackerbau, wie für Krieg ausgezeichnet war: denn Männer wie Curius und Cincinnatus schämten sich nicht mit der Hand, welche die Römer zum Siege geführt hatte, den Pflug zu führen; der Censor Cato hat uns eine kleine Schrift: ***De re rustica*** hinterlassen, und Varro, einer der gelehrtesten Römer hat ein werthvolles Werk über den Ackerbau geschrieben.

Dass der Ackerbau bei den Römern im Alterthume bereits eine hohe Stufe der Vollkommenheit erreicht haben musste, dafür spricht namentlich folgende Stelle aus Columella: „Mysien und Libyen haben Ueberfluss an Getreide, aber die Felder von Apulien und Campanien geben ihnen nichts nach. Tmolus und Corcyra liefern viel Safran; Judäa und Arabien köstliches Räucherwerk in Menge; aber in Rom fehlt es auch nicht an diesen Erzeugnissen; denn an mehreren Stellen sehen wir den Zimmetbaum und den Baum, welcher Weihrauh bringt, grünen und in unseren Gärten Myrrhen und Safran blühen. Hiermit ist der Beweis geführt, dass Italien dem Menschen seine Arbeit wohl lohnt, da man durch sorgfältige Bewirthschaftung (***adhibito studio colonorum***) dahin gelangt ist, die Früchte von beinahe der ganzen Welt zu ziehen."

Dureau de la Malle hat ebenso wie Rothmann Manches dafür beigebracht, dass das Klima Italiens seit 2000 Jahren keine Aenderung erlitten hat; namentlich hat er, da die Alten keine genauen meteorologischen Instrumente besassen, für thermometrische Bestimmungen einen gewissen Anhalt sich in der Zeit der Aussaat, der Blüthe und der Reife mancher Pflanzen, von denen uns die Schriftsteller die nöthigen Angaben für 140 Gattungen und für mehr als 100 Arten hinterlassen haben, zu verschaffen gewusst. Auf diese Art hat er sich überzeugt, dass an denselben Orten und in gleichen Höhen die Zeit des Säens, der Blüthe, der Heuernte, der Getreideernte und der Weinlese im alten und neuen Italien im Ganzen dieselbe geblieben ist. Um nur ein Beispiel beizubringen, führen wir an, dass nach Cato und Palladius der Schnitt der Wiesen in dem ***agro romano*** in der ersten Hälfte des Mai stattfand, und dass dies nach Doria, dessen Werk über den Ackerbau 1798 erschien, jetzt noch ebenso der Fall ist.

*) *Haec nemora indigenae Fauni Nymphaeque tenebant,*
Gensque virûm truncis et duro robore nata.
Virgil., Aeneis. VIII.

Die Zeit der Weinlese ist in Italien ebenso wie anderwärts je nach der Lage zu den Himmelsgegenden, nach der Ortshöhe und nach der Art des Weinbaues verschieden. Palladius und Columella geben an, man müsse an der Küste des Meeres, d. h. an den wärmsten Stellen, gegen Ende August lesen, während die Reife an den kälteren Gegenden erst später eintritt; Columella führt sogar Beispiele an, dass die Lese nicht vor dem 15. October möglich war. Nach Sismondi wird sie in Toscana im Allgemeinen in den letzten Tagen des September und in den ersten Tagen des October abgehalten. Dureau de la Malle sah sie zu Caserta am 20. September und in dem Thale von Terni am 30. beginnen. Dass die Thiere (Schafe) in einem Jahre zweimal Junge bekommen und die Bäume zweimal tragen, war in Italien gar nicht selten und kommt noch immer dort vor.*) Varro sagt dies ausdrücklich von den Weinstöcken und Apfelbäumen, Plinius von den Apfelbäumen und Birnbäumen. Dureau de la Male erzählt, dass er 1811 und 1830 Aepfel und Birnen von dem zweiten Wuchse gegessen habe. Sismondi bestätigt es in seinem Werke über den Ackerbau in Toscana, dass die Schafe zweimal in einem Jahre, einmal im Frühjahre, das zweite Mal im Herbste Junge bekommen haben. Es unterliegt also keinem Zweifel, dass seit etwa 2000 Jahren in Italien dieselben Erscheinungen in der organischen Welt sich wiederholt haben und immer noch eintreten.

Diese Beispiele liefern ebenso, wie mehrere Stellen bei Varro, Florus und Plinius den Beweis, dass das Klima Italiens im Alterthume alle Früchte, welche man jetzt noch daselbst findet, in reichem Maasse erzeugte. Varro sagt: „Da es in der Mitte der gemässigten Zone liegt, so gedeiht dort alles in Ueberfluss, Getreide, jede Sorte Wein, Oel, Gartenfrüchte, nur nicht Datteln.“ Im Alterthum hatte Italien vielleicht noch einen Vorzug vor jetzt, weil die alten Römer alles daran setzten, Italien zur Königin der Welt zu machen. Plinius spricht sich am Schlusse seines grossen Werkes, nachdem er die ganze damals bekannte Welt abgehandelt hatte, über Italien in folgender Weise aus:[35]) „Nachdem wir alle Erzeugnisse der Natur übersehen haben, scheint es nicht unpassend auch hinsichtlich der Dinge selbst und der Länder noch Unterschiede aufzustellen. — So ist von dem ganzen Länderkreise, soweit das Gewölbe des Himmels die Erde umspannt, das schönste Land und behauptet durch seine Erzeugnisse mit vollem Rechte den Vorrang im Reiche der Natur Italia, die Lenkerin und zweite Mutter der Welt, durch Männer, Frauen, Feldherrn, Krieger, Sklaven, durch die Vorzüglichkeit jedweder Kunst, durch den Ruhm seiner Geister, ja selbst durch

*) *Bis gravidae pecudes, bis pomis utilis arbor* ...

seine Lage, durch die Gesundheit seines Klimas und dessen gemässigte Wärme; durch seine Zugänglichkeit für alle Völker mittels seiner hafenreichen Küsten, durch die günstige Richtung der Winde, die ihm durch die vorspringende Lage nach der vortheilhaftesten Seite hin in der Mitte von Ost und West zu Theil geworden ist, durch seinen Reichthum an Gewässern, durch die Heilsamkeit seiner Wälder, die Gliederung der Gebirge, die Unschädlichkeit des Wildes, die Fruchtbarkeit des Bodens und den Reichthum an Weiden. Alles, was für das Leben unentbehrlich ist, findet sich nirgend vorzüglicher: Feldfrüchte, Wein, Oel, Wolle, Flachs, Webstoffe und Rindvieh. Selbst zu Dreigespannen zieht man, wie ich bemerke, keine Art Pferde den einheimischen vor. An Bergwerken auf Gold, Silber, Kupfer und Eisen stand Italia keinem Lande nach, so lange man Erlaubniss hatte sie auszubeuten. Auch jetzt noch zeigt sich der Boden ergiebig für jede Art von Genüssen und spendet Säfte aller Art und den Wohlgeschmack der Körner und der Früchte. Ihm zunächst möchte ich,' die Sagen über India bei Seite lassend, Hispania stellen, so weit dasselbe von der See bespült wird.'"*) Hiernach behaupten wir getrost, dass sich das Klima Italiens in keiner Weise verschlechtert hat. Sardinien würde den Römern heute ebenfalls noch Getreide liefern können; die westliche Küste von Genua bringt noch jetzt Oliven in Menge, wie zu Varros Zeiten. Das lombardisch-venetianische Königreich, das alte cisalpinische Gallien, hat noch jetzt seine gesegneten Felder und Wiesen und liefert noch jetzt Reis, Citronen, Orangen, Oliven, Wein etc.; Toscana erinnert noch trotz der Moräste an seinen Küsten an das betriebsame und fruchtbare Etrurien: Ackerbau, Handel, Künste und Wissenschaften scheinen unter dem dortigen prächtigen Himmel ganz von selbst zu blühen. In der Umgegend von Rom gedeihen heute noch alle Früchte der bevorzugtesten Länder Europas. Campanien, von welchem Florus eine begeisterte Schilderung geliefert hat,**) geniesst noch immer des herrlichsten

---

*) Ueber Spanien fällt Solin, welcher im Anfange des 3. Jahrhunderts lebte, dasselbe Urtheil, indem er sagt: „Spanien gehört zu den bevorzugtesten Ländern und steht keinem nach in Betreff der Reichhaltigkeit seiner Produkte und der Fruchtbarkeit des Bodens, in Betreff der Wein- und Obstgärten; durch seine Oliven übertrifft es alle anderen Länder." Seit zwei Jahrhunderten ist Spanien allerdings sehr heruntergekommen, aber dass in dem Lande die Elemente liegen, auf welchen diese Vergleichung beruht, lässt sich wohl nicht läugnen. — Von Italien singt Virgil:

Salve, magna parens frugum, Saturnia tellus,
Magna virûm . . . . (Georg. II.)

**) *Omnium non modo Italia, sed toto orbe terrarum pulcherrima Campaniae plaga est. Nihil mollius coelo: denique bis floribus vernat. Nihil uberius solo: ideo Liberi Cererisque certamen dicitur. Nihil hospitalius mari; hic illi nobiles portus, Cajeta, Misenus, et tepentibus fontibus Bajae.*

Klimas, wenngleich die Fischteiche des L. Hortensius, von denen Varro spricht, verschwunden sind, und an der Stelle der reizenden Villen der Römer nur erbärmliche Schäfer- und Fischerhütten stehen. Die phlegräischen Gefilde sind noch vorhanden mit ihren zeitweisen Ausbrüchen von Rauch und Schwefeldämpfen, ebenso der Averner-See mit seinen mephitischen Dünsten: die ungesunden Sümpfe (*immundaque palus*) jedoch, welche diesen Eingang zur Unterwelt umgeben, sind in herrliche Weingärten umgewandelt.

Wir wiederholen nochmals, dass sich im Klima Italiens nichts geändert hat. Frühere Städte sind verschwunden, neue dafür entstanden, sei es durch zufällige Verhältnisse oder durch die Macht der Zeitumstände. Die Bevölkerung beträgt 16 bis 18 Millionen und gewiss war sie auch nicht stärker zur Zeit der höchsten Blüthe; es fehlt nur der alte Menschenschlag. Bekommt Italien wieder Männer wie Fabius, wie die Scipionen, wie Metellus, wie Cäsar; bekommt es wieder geordnete Verhältnisse: bekommt es Einigkeit: so wird es auch wieder zu Macht und Ansehen gelangen.

ZEHNTES CAPITEL.

Einige Bemerkungen über das Klima von Afrika, Asien und Amerika.

Das Klima Afrikas, namentlich Aegyptens.

Dass die heissen Tropenländer beider Halbkugeln in ihrem Klima eine Veränderung erlitten hätten, hat noch Niemand behauptet.

Das fast ganz innerhalb der heissen Zone liegende Afrika ist der wärmste Theil der ganzen Erde und ruft noch jetzt in manchen Gegenden die Fabel vom Phaeton ins Gedächtniss.

Im oberen Libyen herrscht, wie Herodot sagt, ein immerwährender Sommer. Nach demselben findet man in Afrika Schlangen von ungeheuerer Grösse, Löwen, Elephanten, Nattern, Hyänen, Panther, Strausse etc.; in manchen Gegenden sind mit wilden Bestien angefüllte Wälder; in anderen sieht man nichts als Sandwüsten. „In Betreff der Fruchtbarkeit des Bodens, fährt er fort, scheint es mir weder mit Asien, noch mit Europa einen Vergleich aushalten zu können mit Ausnahme von Cinyps (Tripolis), einem Lande, welches von dem durch dasselbe gehenden Flusse seinen Namen hat, welches im Getreidebau den besten Ländern an die Seite gestellt werden kann.“ Die nördliche Küste von Afrika, westlich von Aegypten, das alte Cyrenaica, rühmt er ebenfalls wegen seiner

Ergiebigkeit an Getreide und Wein. Auch jetzt bringt die Regentschaft Tripolis, wie zu Herodots Zeiten, ungeachtet seiner dürren und sandigen Flächen, ausgezeichnete Früchte, Weine, Oliven, Datteln etc. hervor, so dass es mit mehreren Ländern Europas in die Schranken treten könnte. So ergiebt sich überhaupt bei einem Vergleiche des jetzigen Afrika mit dem alten durchaus keine wesentliche klimatische Veränderung; wir finden dort noch immer eine sengende Hitze, weite Wüsten, Sandflächen mit vereinzelten grünen Oasen, welche den Löwen, Rhinozeros, Panthern, Elephanten, Gazellen, Antilopen und zahlreichen Schlangen zum Aufenthalte dienen; ebenso ist noch dort die grossartige Pflanzenwelt mit ihren Palmen, Bambus und Baobabs[36]) und hier und da der ergiebigste Boden an Reis, Weizen, Datteln, Gummi, Indigo, Safran und vielen in der Medicin verwendeten Gewächsen. Die Reisen von Bruce, Mungo Park und Tamisier (neuerdings von Barth) lassen keinen Zweifel darüber übrig, dass das afrikanische Klima unverändert geblieben ist, ungeachtet der gewaltigen Umwälzungen, welche diese Länder mehrmals erlitten haben, durch welche die Bevölkerung eine andere wurde und die früheren Sitten und alten Einrichtungen von Grund aus eine Umwandlung erfahren haben.

Unter allen Ländern der Erde hat keines mehr zu den verschiedenartigsten Forschungen angeregt, namentlich auch in klimatologischer Beziehung, als Aegypten, dies alte Land der Pharaonen, deren Geschichte bis in die fernsten Jahrhunderte hinaufreicht. Besonders haben die Mittheilungen des Marschalls von Ragusa und Jomards an die pariser Academie der Wissenschaften, ferner die Veröffentlichung von Napoleons Memoiren über den orientalischen Krieg, die Aufmerksamkeit auf dieses Land hingelenkt. In den Memoiren von Combes und in Elliot Warburton's Werke: „Der Halbmond und das Kreuz" findet sich ebenfalls vieles höchst Interessante.

An Fruchtbarkeit stand das alte, nach weisen Gesetzen regierte Aegypten keinem Lande nach. Die neueren Reisenden drücken besonders ihre Ueberraschung darüber aus, dass alles Leben sich an den Ufern des Nils concentrirt: in der Wüste herrscht das tiefste Schweigen und Alles macht den Eindruck des Todes; längs des Flusses zeigt sich das Leben in allen Gestalten. Der Nil, der selbst von fremdartigen und seltsamen Fischen bevölkert ist, wälzt sein Wasser der Mündung zu unter einer Wolke von Fliegen und Mücken: am Ufer kriechen, fliegen und winden sich Eidechsen, glänzende Insekten und Schlangen ohne Zahl; die Sandbänke strotzen buchstäblich von Gethier. Da sind schneeweisse Pelikane, Kibitze, Reiher, Ibisse und allerlei unbekanntes Gevögel zu Tausenden. Die Luft durchschwärmen unaufhörlich Paradiesvögel, Wiedehöpfe, wilde

Tauben, seltsame Schwalben, und über allen schwebt der Adler und der Sperber ausspähend nach Beute unter den lebenden Geschöpfen und der Geier abwartend bis der Tod auch ihm seinen Antheil liefert.

In einem an die pariser Academie der Wissenschaften gerichteten Schreiben theilt der Marschall Marmont, Herzog von Ragusa, mehrere im Jahre 1836 angestellte interessante meteorologische Beobachtungen über Aegypten mit. Sie betreffen namentlich den Regen, der jetzt häufiger als früher sein soll, was derselbe den im Nilthale in neuerer Zeit ausgeführten Anpflanzungen zuschreibt. Nach ihm regnet es jetzt zu Cairo jährlich 30 bis 40mal, während zur Zeit der französischen Expedition (1798 bis 1801) daselbst gar kein Regen fiel und zu Alexandrien höchst selten und dann auch nur auf Augenblicke. Wenn man den Zustand des alten Aegypten bedenkt, so scheint ihm der Einfluss dieser Anpflanzungen ausser Zweifel zu stehen. In Theben traf er einen Greis von 120 Jahren, Namens Mandour, welcher noch vollständig bei Kräften war, und dieser sagte ihm, dass es in Oberägypten in seiner Jugend, unter der Regierung des Sultan Mustapha, ziemlich oft geregnet habe, dass sich dann die libyschen und arabischen Gebirge, welche das Nilthal einschliessen, mit grünenden Pflanzen bedeckt hätten, und unter dem Schatten der Bäume Weideplätze gewesen wären. Seit die Bäume niedergehauen, habe der Regen aufgehört und von Weideplätzen sei nichts mehr zu sehen.

Jomard, Mitglied der wissenschaftlichen Commission, welche Napoleon bei seinem Zuge nach Aegypten begleitete, ist in einer Abhandlung, die vor der pariser Academie der Wissenschaften gelesen worden ist, der Ansicht des Marschall Marmont entgegengetreten. Nach seinen eigenen Beobachtungen, sowie nach den in dem grossen Werke der französischen Commission niedergelegten, ist er der Meinung, dass es in Aegypten vor 40 Jahren ebensoviel geregnet hat, als jetzt. Die Anpflanzungen am Nil scheinen ihm auf die zur Zeit bestehenden atmosphärischen Verhältnisse ohne allen Einfluss gewesen zu sein, weil die 16 Millionen Bäume, welche der Vicekönig hat pflanzen lassen, erst kurz vor der Ankunft des Marschall gesetzt worden waren. Selbst bei der grössesten Fruchtbarkeit des Bodens würden doch manche Jahre nöthig sein, bis diese Bäume einen bemerkbaren meteorologischen Einfluss, wenn man ihnen ja einen solchen zugestehen will und darf, ausüben würden. Die Gebirge Oberägyptens sind nur hier und da mit Mimosengestrüpp bedeckt und es ist bekannt, dass Aegypten von jeher holzarm gewesen ist, so dass es sich von auswärts damit versorgen musste. Jomard ist überzeugt, dass sich das Klima dieses Landes seit mehreren Jahrhunderten nicht geändert hat.

Dieselbe Ansicht haben mir der ägyptische Generalconsul

Adolph Barrot und der im Dienste des Vicekönigs stehende gelehrte Armenier Stephan-Bey ausgesprochen. Sie haben mir erklärt, dass die das Nilthal bildenden Gebirge nie von Wäldern bedeckt gewesen seien; jetzt sei es nicht anders, als wie in den allerältesten Zeiten, dass nämlich bisweilen in Oberägypten ein ganzes Jahr lang kein Regen falle oder nur ein einziges Mal und dann in unbedeutendem Maasse; in Cairo wären jährlich 10 bis 12 Regentage und es sei ein ganz ungewöhnliches Ereigniss gewesen, dass es im Jahre 1819 daselbst einmal drei Tage und drei Nächte hintereinander geregnet habe.

Die vorstehenden Angaben werden auch durch die Napoleons bestätigt, welche sich in dessen Memoiren über den orientalischen Krieg befinden. Er sagt: „Es regnet selten in Aegypten, an der Küste öfter als in Cairo, zu Cairo öfter als in Oberägypten. Zu Cairo regnete es 1798 einmal eine halbe Stunde lang; der Thau ist sehr stark. Zu Suez, welches von Cairo $27^1/_2$ Lieues (25 auf einen Grad, nach astronomischer Messung) entfernt liegt, regnet es stark genug, um in den Wasserbehältern nicht nur für den gewöhnlichen Wirthschaftsgebrauch in der Stadt, sondern auch für die Landwirthschaft eine ausreichende Menge Wasser zu sammeln.“ Aubert Roche bemerkt jedoch, dass zu Suez bisweilen ein ganzes Jahr vergeht, ohne dass ein Tropfen Regen fällt. In geringer Entfernung von Oberägypten sind die meteorologischen Verhältnisse ganz andere. So erzählt Quintus Curtius, dass Alexander, als er die Sandwüste durchzog, welche Aegypten von dem Tempel des Jupiter Ammon trennte, am vierten Tage von einem Sturme überfallen wurde, und dass der Regen im Ueberfluss nieder strömte.

Dieselben Angaben findet man in einem der letzten, erst nach der Reise des Marschall Marmont erschienenen Reiseberichte über Aegypten. Combes sagt: „In Aegypten giebt es im Sommer gar keine Gewitter und im Winter sind sie selten.“ Während einer Nilfahrt, dem Canal Mahmoudie entlang, von Alexandrien aus anfangs September war er Zeuge eines ausnahmsweise eintretenden Gewitters. Die Nacht war dunkel; der gewöhnlich so klare und so blaue Himmel wurde allmälig düster, so dass man die Sterne nicht mehr deutlich sehen konnte; am Horizonte zuckten Blitze und aus der Ferne vernahm man das Rollen des Donners; es begann zu regnen; bald folgte Blitz auf Blitz; der Donner wurde immer stärker und der Regen strömte in solcher Menge nieder, dass Matrosen und Passagiere durch und durch nass wurden.

Wir haben gesehen, dass Marmont den Baumanpflanzungen die meteorologische Veränderung, welche nach seiner Ansicht in Aegypten eingetreten ist, zuschreibt. In dem Capitel, in welchem wir von den Wäldern sprachen, haben wir den Einfluss, den die-

selben nach der Meinung einiger Naturforscher auf die Temperatur und die Regenmenge ausüben, bestritten. Nun erzählen die Geschichtschreiber, dass Cyrus in ganz Kleinasien Baumanpflanzungen ausführte; ferner wissen wir, dass Sully, einer der vier grossen Minister, auf welche Frankreich stolz sein kann, in allen Theilen des Landes eine Unzahl von Bäumen setzen liess: aber weder in dem einen noch in dem anderen Falle ist eine Aenderung des Klimas dieser Länder Folge davon gewesen. Uebrigens war Aegypten, selbst vor Mehemet Alis Zeit, keineswegs an Bäumen so arm, wie man es von manchen Seiten zu glauben scheint; denn Combes erzählt: „Die hohen Palmenwälder erinnern lebhaft an die Stellen der heiligen Schrift. Von Alexandrien bis zum Sennaar nimmt die Anzahl dieser Bäume immermehr zu und auf seinem Gedeihen beruht der Wohlstand der Bevölkerung Aegyptens und Nubiens; das linke Flussufer ist damit ganz bedeckt, das rechte wird durch eine Bergkette gebildet.*)

Unter der Römerherrschaft fand man in Aegypten, wie noch jetzt, vorzugsweise Feigen und Datteln; die Umgegend von Siut ist mit diesen Bäumen ebenso bedeckt wie mit Gummibäumen, Citronenbäumen und Granatbäumen. Die Erzeugnisse Oberägyptens bestehen ausserdem in Getreide, Durah oder Moorhirse, Zuckerrohr, Rübsen, Indigo, Opium, Bohnen, Linsen, Lupinen etc. Zur Zeit des Plinius bezogen die Römer ihr Getreide zum grossen Theile aus Aegypten, ebenso wie die Feigen und andere Früchte. Man findet noch jetzt dort eine Menge grosser lilienartiger Gewächse, die Lotospflanze der altenAegypter, deren Körner sie zur Brotbereitung mit verwendeten. Nach Savary ist diese Pflanze eine Aegypten eigenthümliche Nymphäa, welche in den Bächen und an den Ufern der Seen wächst; die weissblühende Art liefert eine der Kartoffel ähnliche Wurzel, welche die Anwohner des Sees Menzaleh (*Lacus Tanis*), der meist nur 3 Fuss Tiefe haben soll, zur Nahrung benutzen. Die Bäche in der Nähe von Damiette sind mit dieser schönen Blume, die sich über das klare, durchsichtige Wasser erhebt, ganz bedeckt. Herodot's Biblus ist die jetzige Papyrusstaude, von welcher Bernard de Jussieu und der Graf Caylus wohl die beste Beschreibung geliefert haben. [37])

Schliesslich heben wir nochmals hervor, dass das wunderbare Phänomen: der Mangel des Regens in Oberägypten, von allen Seiten übereinstimmend erwähnt wird. Von den Neueren er-

*) Die Datteln sind in Aegypten sehr wohlfeil; die Frucht ist gesund, schmeckt angenehm und ist nahrhaft. Nur die weibliche Palme bringt Früchte; aber ein einziger männlicher Baum reicht zur Befruchtung mehrerer weiblichen aus. Die Palme erreicht wie die Eiche ein hohes Alter.

wähnen wir: Napoleon, den Marschall Marmont, Combes, Jomard, Adolph Barrot, Stephan-Bey etc. Bei den Schriftstellern des ersten Jahrhunderts finden wir dasselbe. Seneca sagt: „Zu Alexandrien schneit es niemals, ebenso regnet es nie in Oberägypten.“ Pomponius Mela drückt sich auf folgende Weise aus: „Obgleich es in Aegypten nicht regnet, so ist die Erde wegen der Nilüberschwemmungen doch ausserordentlich fruchtbar an Früchten, Menschen und Thieren.“ Solin, im 3. Jahrhunderte, bestätigt dasselbe Phänomen und sucht es daraus zu erklären, dass der Nil der einzige Fluss sei, dessen Wasser nicht verdunste. Endlich führen wir noch das Zeugniss des Herodot, des Vaters der Geschichte, an, was von um so grösserem Gewichte ist, als derselbe sich auf die Angaben in den alten ägyptischen Annalen stützt. Er sagt: „Unter der Regierung des Psammetit geschah ein Wunder in Aegypten; es regnete nämlich zu Theben, was bis dahin noch nie vorgekommen war, und was seitdem bis auf meine Zeit, wie die Bewohner Thebens selbst sagten, nicht wieder geschehen ist; denn es regnet niemals in Oberägypten und damals regnete es.“*) In der Geschichte und in den Naturwissenschaften findet man kein zweites Beispiel, was so merkwürdig und von allen Seiten so bestätigt wäre, wie dies, nämlich der vollständige Mangel oder wenigstens die ungemeine Seltenheit des Regens in Oberägypten in einer so langen Reihe von Jahrhunderten. Wo wäre ein zweites Phänomen, welches die Unveränderlichkeit des Klimas in dieser alten Metropole der Weisheit und Civilisation entschiedener herausstellte, als dies?

Das Klima Asiens, namentlich Kleinasiens.

Asien war die Wiege des Menschengeschlechtes und der Theil der Erde, auf welchem zuerst grössere geschichtliche Ereignisse eintraten; jetzt freilich findet man da, wo die mächtigen Reiche des Cyrus, der Semiramis, des Salomo und Alexander blühten, nur Ruinen. In ihrer physischen Natur zeigen diese weiten Gebiete jedoch inmitten der politischen Umwälzungen und socialen Umgestaltungen noch denselben Charakter, welchen die Geschichtschreiber der frühesten Zeiten ihnen zuerkannten, und es hat sich hier vielleicht selbst in einem höheren Grade, als in anderen Erdtheilen, eine gewisse Unveränderlichkeit nicht nur in den organischen Produkten, sondern auch in den Eigenthümlichkeiten, in dem Typus und in den Sitten der Bevölkerung herausgestellt. Es gilt dies insbesondere von den eingebornen Hindus, die unter der englischen Herrschaft noch ganz dieselben sind, wie wir sie zur Zeit der Kriege unter den Nachfolgern Alexanders kennen lernen. Herodot sagt: „Man findet

*) Herod. III. cap. 10.

in Indien wildwachsende Bäume, welche statt der Früchte eine Art Wolle (Baumwolle) tragen, die schöner und besser ist als die der Schafe.“ Theophrastus und Varro sprechen ebenfalls von einem Strauche (*byssus*), welcher dies köstliche Produkt liefert. Pomponius Mela sagt: „Indien ist so fett und so fruchtbar, dass aus den Bäumen der Honig quillt und die Wälder Wolle tragen.“

Arabien stand bei den Alten in hohem Rufe wegen seiner wohlriechenden Stoffe, des Zimmets, des Cinnamoms, des Rosmarin, der Myrrhe und des Weihrauchs (Herodot). Der Baum, welcher den letzteren liefert, soll sogar nur in diesem Lande vorkommen. In einem nahe bei dem alten Saba gelegenen Landstriche findet man ganze Wälder von demselben, weshalb man denselben auch das Weihrauchland genannt hat. Beim Erblicken des jämmerlichen und herabgekommenen Zustandes, in welchem sich Palästina jetzt befindet, erkennt der Reisende kaum, dass dies das Land der Verheissung, in welchem Milch und Honig fliessen sollte, gewesen sei, und doch gehört dies Land zu den fruchtbarsten, indem es zugleich die Früchte Europas und Indiens hervorbringt und jedenfalls Babylonien und Aegypten übertrifft; allein dieser traurige Zustand ist eine Folge der Fremdherrschaft, und die Veränderung, welche man dort wahrnimmt, besteht in der That nur auf der Oberfläche des Landes. Würde Palästina einer sorgfältigen Bewirthschaftung unterworfen, wie zu Zeiten seiner Könige und Propheten, so würde es an Korn, an Heerden und herrlichen Früchten Ueberfluss haben. Als Beweis dafür, dass Palästinas Temperatur unveränderlich geblieben ist, sprechen ganz entschieden zwei Gewächse: Der Weinstock und die Palme. Der erstere bringt nicht leicht Trauben, wenn die mittlere Jahrestemperatur 21 Grad übersteigt; die andere trägt selten Früchte unter diesem Jahresmittel. Seit 3000 Jahren bringt nun Palästina immer gute Datteln und reichen Weinertrag. Das schöne Thal, in welchem Jericho lag, und das jetzt von einem elenden arabischen Stamme bewohnt ist, hat Ueberfluss an Datteln und Zuckerrohr, und man begreift sehr wohl, wie diese Stadt zu dem Namen der Palmenstadt kommen konnte. Am See Genezareth sucht man jetzt die blühenden Städte, welche ehedem sich in demselben spiegelten, vergeblich; aber mitten unter den Ruinen sieht man Citronen- und Orangenbäume und die Indigopflanze. Der Jordan, dessen Ufer mit Schilf und Weiden bedeckt sind, erinnert in seinem prächtigen Laufe lebhaft an die Schilderungen der heiligen Schrift und verdient auch heute noch der König unter den Flüssen Palästinas genannt zu werden.

Kleinasien, auf welches die Reise des Fürsten P. Tschichatschef, die derselbe neuerdings (1858) zu wiederholen ge-

denkt, in neuester Zeit die Aufmerksamkeit gelenkt hat, ist eins der berühmtesten und ältesten Länder der ganzen Erde. So erzählt auch Herodot, dass selbst nach dem Geständnisse der Aegyptier, das phrygische Volk als das erste auf der Erde gegolten habe.*) Kleinasien war reich, fruchtbar und stark bevölkert; eine grosse Zahl von Städten, die in höchster Blüthe standen, zählte es, und in Bildung, Künsten, Reichthum und Handel zeichnete sich namentlich Jonien aus. Homer, Anacreon, Pythagoras, Thales, Heraclit, Parrhasius, Aspasia, Anaximander, Anaximenes etc. geben Zeugniss von der hohen Culturstufe, zu welcher man dort emporgestiegen war. Allein seit etwa 2000 Jahren ist auch nicht ein hervorstechendes Talent aus diesem Lande hervorgegangen und kein wichtiges Ereigniss hat auf diese Nation die Aufmerksamkeit gelenkt; alle Thatkraft, alles geistige Leben scheint jetzt dort erloschen zu sein: die Bevölkerung hat abgenommen; von schönen Künsten, Industrie, Handel, Wohlstand ist da nicht mehr die Rede; die Felder liegen wüste, die Städte sind verfallen; bei jedem Schritte stösst man auf unbebautes Land, auf Sümpfe, und allenthalben tritt das Bild des Elendes und Jammers entgegen. Der Fürst Tschichatschef sagt: „Die Vegetation besteht meist aus verkrüppeltem Gesträuch; der Pilger sucht da umsonst nach einem Baume, in dessen Schatten er vor den brennenden Strahlen der Sonne Schutz finden könnte, oder nach einer sprudelnden Quelle zur Stillung seines Durstes. Da ist alles still wie im Grabe; alles scheint gegen das Dasein eines menschlichen Wesens zu sprechen. Man möchte fast sagen, dass diese Gegenden, nachdem sie einmal die Herrschaft des Menschen kennen gelernt hatten und mit volkreichen und blühenden Städten bedeckt gewesen waren, dieselbe nicht ferner anerkennen wollen, weil der Mensch die einmal gemachte Eroberung zu erhalten nicht verstanden hat."

Man erkennt in dieser Umwandlung, welche Kleinasien erlitten hat, leicht die Folgen der schrecklichen Verwüstungen, welche so viele unheilvolle Kriege und seit Jahrhunderten herrschender Despotismus herbeiführen mussten. Diese schöne Halbinsel, welche das mittelländische und schwarze Meer weithin bespülen, welche zahlreiche Flüsse durchströmen, welche von nur mässigen Gebirgen durchzogen ist, welche mit Sicilien, Spanien und Portugal in gleicher

*) Drei Reiche Kleinasiens nehmen in der Geschichte eine hervorragende Stelle ein: das von Troja, welches durch Homer unsterblich geworden ist; das des Crösus, in welchem Cyrus besonders heraustritt, und das von Pontus mit dem grossen Mithridates. Der römischen Herrschaft fiel zunächst das ganze Land anheim und endlich den Türken, welche Brussa anfangs zur Hauptstadt wählten. Jetzt ist die Halbinsel in 11 Ejalets und 39 Provinzen eingetheilt, von denen Anatolien und Caramanien die bedeutendsten sind.

Breite liegt und wie diese Länder einen ungemein fruchtbaren Boden hat, bedarf nur Eines, um wieder den Rang einzunehmen, der ihr in den ersten geschichtlichen Zeiten zukam, nämlich der Civilisation. Ohne alle fremde Hülfe, lediglich durch sich selbst und durch eigene Mittel könnte da ein mächtiges Reich bestehen. Charles Tixier hat zwar behauptet, dass auf den Hochebenen von Laodicea der Olivenbaum jetzt nicht mehr wachse, wo er doch früher fortgekommen sei; aber dies scheint seinen Grund in der Nachlässigkeit des Menschen und nicht in einer klimatischen Veränderung zu haben. Von den Olivenbäumen, welche Smyrnas Haupterwerb ausmachen, gingen 1849 durch den strengen Winter zwei Dritttheile zu Grunde. Haben nun die durch dies Unglück entmuthigten Bewohner die Cultur des Olivenbaums aufgegeben, darf man dann den Grund in einer Temperaturveränderung suchen? Ungeachtet des erbärmlichen Zustandes, in welchem sich der Ackerbau auf der asiatischen Halbinsel befindet, findet man zur Zeit daselbst noch alle Erzeugnisse des südlichen Europa; noch jedes Jahr wird dort eine grosse Menge Getreide ausgeführt. Im Jahre 1847 lieferte Smyrna ganz allein einem englischen Kaufmann 8000 Centner Opium. Die fruchtbaren Thäler des Caikus in Mysien und des windungreichen Mäander (jetzt Bujuk-Minder) liefern Tabak, Reis und Oel im Ueberfluss. In den Gebirgen findet man Blei, Kupfer und Silber; allerdings vernachlässigt man aber den Bergbau. Dass es früher anders war, dafür sprechen die ungeheueren Schätze des Gygas und Crösus, die aus den lydischen Bergwerken stammten. Die lange und seidenartige Wolle der Angoraziege übertrifft noch die von Cachemir. Die Seide von Brussa, der Reis, das Opium und die Farbestoffe der Türkei gaben den europäischen Produkten auf der Londoner Weltausstellung durchaus nichts nach.

Alle Reisenden stimmen darin überein, dass an allen Küsten Kleinasiens ein sehr angenehmes Klima herrscht, welches für Weinbau, Maulbeerbäume, Olivenbäume, Baumwollenpflanzen, kurz für die meisten Fruchtbäume der südlicheren Länder ganz vorzüglich geeignet ist. Namentlich das asiatische Ufer des Bosphorus ist mit reizenden Villen, an denen Natur und Kunst ihre Gaben verschwendet haben, geschmückt. Man sieht dort Jahrhundert alte Waldungen, die schönsten Pappeln, die prächtigsten Platanen, nur von den Minarets der Moscheen überragte Sycomoren, Feigen- und Granatbüsche, Felder von Jasmin und gelber Iris, grossartige Rosenstöcke, die sich in dem blauen und klaren Wasser des Bosphorus spiegeln. Beim Anblicke so reizender Gärten, unter einem so klaren Himmel, an einer so milden Meeresküste, wo mit Wohlgerüchen beladene Ostwinde die brennende Sonnenhitze mässigen, muss man eingestehen, dass das schöne Klima Phrygiens, Mysiens und Joniens

an dem alten Reize keinen Verlust erlitten hat. Vielleicht erlebt das Land, welches die Vorsehung so reich ausgestattet hat, und wo der Mensch in seiner Erniedrigung und Verderbtheit die Schätze, welche das überreiche Land in sich birgt, nicht zu würdigen scheint, durch die Versuche der Sultane Mahmud und Abdul-Medschid, die Civilisation in ihrem Staate zu heben, eine Wiedergeburt.

Das Klima Nordamerikas.

Um das Problem, ob durch Urbarmachung und Zunahme der Bevölkerung eine Veränderung des Klimas herbeigeführt werde oder nicht, zu lösen, werden schliesslich die Vereinigten Staaten Nordamerikas das beste Beispiel abgeben können. Dieser mächtige und nach allen Seiten so regsame Staat, der mit bewunderungswürdiger Ausdauer und Beharrlichkeit — man möchte sagen: mit Riesenschritten — auf der Bahn der Civilisation fortschreitet, hat, obgleich er noch nicht ein Jahrhundert lang zu eigenem politischen Leben erstanden ist, als Nation beinahe den Höhepunkt der Grösse erreicht. Die Urwälder sind unter den Schlägen der Axt gefallen, um productiven Bäumen, ergiebigen Feldern, prächtigen Fluren Platz zu machen, und die gestrige Wüstenei sieht man schon morgen mit den schönsten Anpflanzungen bedeckt. Eine ähnliche Umgestaltung hat man noch nie und nirgends erlebt. An der Stelle, an welcher der Reisende vor einem Jahre einen kleinen Marktflecken bemerkte, findet er bisweilen in diesem Jahre eine blühende Stadt. Der Staat Massachusets war 1846 noch ganz mit Wäldern bedeckt; einer derselben wurde niedergeschlagen und die Stadt Lawrenze, welche an der Stelle erbaut wurde, zählte 1849 bereits 9000 Einwohner, welche namentlich Wollen- und Baumwollenweberei trieben.

Seit einem halben Jahrhunderte ist die Bevölkerung der Vereinigten Staaten in Verhältnissen gestiegen, welche alle Zahlen und Berechnungen der Staatsökonomen zu Schande machen; namentlich hat die Einwanderung aus Europa jährlich zu dem einheimischen Zuwachse ein starkes Contingent geliefert. Von 1847 bis 1851 einschliesslich sollen allein aus den englischen Häfen 2397470 Auswanderer abgegangen sein um in anderen Ländern, namentlich aber in Amerika, ein Glück zu suchen, was sie in ihrer Heimath nicht zu finden wussten. Bei der Unabhängigkeitserklärung 1776 betrug die Bevölkerung der Vereinigten Staaten etwa 3 Millionen (nach einigen Angaben nur 2 Millionen); bei der ersten Zählung im Jahre 1790 war sie auf 3929328 Einwohner gestiegen; 1810 war sie fast doppelt so stark und betrug 7239903; die Zählung von 1830 ergab 12858670, die von 1841 schon 17100903 und die letzte von 1850 stieg auf 20182720, und da man hierbei von den Sklaven nur etwa

drei Fünftheile in Rechnung gebracht hat, so kann man daraus wohl eine Bevölkerung von über 22 Millionen annehmen.

Es handelt sich nun darum, die Veränderungen zu ermitteln, welche eine solche Bevölkerungszunahme und die grossartige Urbarmachung in dem Klima dieses Landes herbeigeführt haben. Fuster sagt: „Das mit noch unbebauten Ländern und mit ungeheueren Wäldern bedeckte, von mächtigen Flüssen durchströmte, in den Sumpfgegenden voller Wasser stehende und überdies im Norden an ungeheuere Landmassen, die von Polareis strotzen, grenzende Nordamerika erlitt in seinen Witterungsverhältnissen jährlich die grossartigsten Wechsel: ungemein strenge Winter, sündfluthartige Regen, förmliche Sprünge von einem Extrem in das andere und nebenbei noch fürchterliche Stürme. Die Menge von Kräften — ganze Armeen —, welche den Boden, der noch keine Hacke und keinen Spaten gesehen hatte, urbar machten, haben — man möchte sagen: sichtlich — wesentliche meteorologische Verbesserungen herbeigeführt. Die Winter haben an Strenge nachgelassen, die Sommer sind weniger heiss, die plötzlichen Witterungswechsel von minderer Bedeutung geworden; die mittlere Jahrestemperatur ist gestiegen; die Regenmenge hat abgenommen; die so heftigen Westwinde sind seltener geworden; kurz das Klima ist auf einmal wärmer, weniger regnerisch und gleichmässiger geworden."

Wenn es so stände, wie Fuster behauptet, so würde seine Theorie über die klimatischen Veränderungen unbedenklich anzunehmen und als ein bleibender Gewinn für die Wissenschaft anzusehen sein; aber leider bringt derselbe als Beweis dafür, dass das Klima Nordamerikas eine Aenderung erlitten habe, Boussingault's Beobachtungen über Südamerika bei und zwar vorzugsweise die aus Gegenden, welche innerhalb der Tropen liegen, während die Vereinigten Staaten sich in ihrer ganzen Erstreckung ausserhalb dieser Zone befinden. Keine einzige von Fuster's Behauptungen über letzteres Land wird durch die Beobachtung bestätigt und hält Stich. Das grosse Thal der Vereinigten Staaten, welches sich von dem Busen von Mexico bis zu dem nördlichen Eismeere erstreckt und in Osten von dem Alleghany-Gebirge und in Westen von dem Felsengebirge begrenzt wird, ist von Benjamin Rush und Volney mit grösster Sorgfalt beschrieben worden. Seitdem hat Samuel Forry seine statistischen und meteorologischen Untersuchungen in einem besonderen Werke erscheinen lassen. Ebenso hat er auch die physische Bodenbeschaffenheit näher beschrieben. Ausserdem besitzen wir das meteorologische Journal der Armee und die statistischen, einen Zeitraum von mehr als 30 Jahre umfassenden Nachweise über die Krankheiten und Todesfälle der Soldaten. Schon diese zahlreichen Documente würden ausreichend sein, um die Art der

Veränderung, welche in jener Gegend der Vereinigten Staaten eingetreten sein könnte, unwiderleglich festzustellen; aber ausserdem haben wir noch mehr Material erhalten, indem Daniel Drake jene Arbeiten durch eine eingehende und auf eigene Beobachtungen gegründete Untersuchung über diese ungeheuere Landfläche, welche seit einem halben Jahrhunderte durch Einwanderung aus Europa, Asien und Afrika, sogar aus Amerika selbst, indem sich Manche gerade hierhin zurückzogen, eine vollständige Umgestaltung erfahren hat, vervollständigte. Das Werk des Dr. Drake umfasst die Geologie, Hydrographie und Meteorologie dieses grossen Gebietes von über 2 Millionen geographischen Quadratmeilen, von denen etwa die Hälfte bewohnbar ist. Auf demselben findet man fast alle Menschenracen der Erde vertreten. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen ist die Wirkung, welche das Klima auf die caucasische Race ausübt, und die sich durch Verschwinden der Hautfarbe, Einfallen der Backen und Veränderung der Haarfarbe kundgiebt.[38]) Der letzte Theil von Drake's Werke ist ganz allein den das Klima betreffenden Untersuchungen gewidmet, also der Temperatur, dem atmosphärischen Drucke, den Winden, den Feuchtigkeitszuständen, den elektrischen Erscheinungen, der Vertheilung der Pflanzen und Thiere. Wir finden auf diesem weiten Gebiete eine ganz ausserordentliche Verschiedenheit im Klima. Die Isothermen laufen hier, allerdings wie auch anderwärts, aber in noch stärkerem Grade abweichend von den Breitenkreisen und sind ihnen durchaus nicht parallel; durch das Felsengebirge und die verschiedenen Züge des Alleghanygebirges werden die auffallendsten Ungleichheiten herbeigeführt.

Die ungeheuere Bevölkerungszunahme in dem bezeichneten Tieflande der Vereinigten Staaten hat, wie wir bereits erwähnt haben, das Aussehen der Oberfläche gänzlich umgewandelt. Nun ergiebt sich aus Drake's Arbeit, wenn man seine Beobachtungen mit den meteorologischen Tabellen aus früheren Zeiten vergleicht, dass gerade in den Gegenden, wo das meiste Land urbar gemacht worden, und wo die Bevölkerung am dichtesten ist, die mittlere Temperatur noch nicht um ein Achtel eines Grades zugenommen hat. Somit fehlt allen Theorien über die Verschlechterung oder Verbesserung der Klimate durch die Bebauung des Bodens jegliche Grundlage. Die Thatsache spricht zu schlagend; denn selbst dieser kleine Unterschied von einem Achtel eines Grades kann, wenn man denselben nicht in der Unvollkommenheit der Messinstrumente und in den verschiedenen Beobachtungsmethoden begründet annehmen will, aus der künstlichen Wärme erklärt werden, welche durch das Feuer im Innern der Wohnungen und durch den Verkehr überhaupt erzeugt wird. Man hat es oft bedauert, dass es im Alterthume an

allen physikalischen Instrumenten gefehlt hat, aus deren Angaben allein ein sicherer Schluss gezogen werden könnte, ob das Klima eines Ortes eine Veränderung erlitten habe. Das vorliegende Beispiel der in der Tiefebene der Vereinigten Staaten erfolgten Umgestaltungen zeigt aber entschieden, dass weder die Cultur des Bodens noch die Einwohnerzahl auf die meteorologischen Verhältnisse irgend einen Einfluss ausüben, und dass die Temperatur eines Landes vollständig unabhängig von dem Willen des Menschen stets dieselbe bleibt und unveränderlich ist. [39])

ELFTES CAPITEL.

Ergebnisse des fünften Abschnittes.

Die Hypothese von dem ursprünglich feurig-flüssigen Zustande der Erde ist jetzt von den meisten Naturforschern und Geologen angenommen; ebenso stimmen sie darin überein, dass nach der Erkaltung und Bildung der starren Erdkruste mehrere gewaltige Revolutionen auf der Erdoberfläche stattgefunden haben. Die vielfachen Ueberbleibsel und Spuren von Thieren und Pflanzen, die man in Gegenden findet, in welchen diese organischen Wesen jetzt nicht leben könnten, beweisen, dass diese Gegenden kälter geworden sind; aber die Erdumwälzungen und die Abnahme der Temperatur, für welche zahlreiche geologische Thatsachen sprechen, haben nach unserer Ansicht zu einer Zeit stattgefunden, in welcher der Mensch noch nicht auf der Erde erschienen war. Seit der Mensch sich zum Menschen gesellte, hat nur eine grosse Wasserfluth sich ereignet: die Sündfluth. Nachdem die Wasser sich verlaufen hatten, hat der meteorologische Zustand auf der Erde keine merkliche Veränderung erlitten. Die Naturforscher haben sich überzeugt, dass seit den astronomischen Beobachtungen der Chaldäer und Aegypter, also seit etwa 3000 Jahren, die Länge des siderischen Tages unveränderlich dieselbe geblieben ist, und haben daraus mit Lagrange, Laplace und Fourrier den Schluss gezogen, dass die Eigenwärme der Erde, die derselben eigenthümliche Temperatur, nicht um $^1/_{170}$ Grad abgenommen haben kann.

Was in dem Wechsel der Jahreszeiten eine Störung veranlassen oder eine Abnahme in der Temperatur der Atmosphäre herbeiführen könnte, dazu müsste man rechnen: eine Abnahme des Wärmevermögens der Sonne, eine Veränderung der Axenstellung der Erde oder ihrer elliptischen Bahn, eine plötzliche Erhebung der Erdoberfläche in Folge vulkanischer Kräfte, eine plötzliche Ortsveränderung des Meeresbettes oder überhaupt eine wesentliche Störung der

zwischen dem Festlande und den Gewässern stattfindenden Verhältnisse. Aus unseren Untersuchungen hat man jedoch hoffentlich die Ueberzeugung gewonnen, dass wenigstens in geschichtlicher Zeit kein derartiges grosses Ereigniss stattgefunden hat.

Die Entstehung einiger kleineren Inseln in Folge von Erdbeben oder vulkanischer Ausbrüche, das langsame Zurückweichen des Meeres, eine nur etliche Fuss betragende Bodenerhebung an einzelnen Stellen der Erde haben sich in Betreff des Klimas ohne merklichen Einfluss erwiesen. Ueberdies findet man seit 4 bis 5 Tausend Jahren auf der Erde dieselben Gebirge, dieselben Hochebenen, dieselben Meere, dieselben Flüsse; ja selbst Bäche, Quellen und Brunnen, welche in den Schriften der Alten erwähnt werden, trifft man noch jetzt an. Hiernach kann man schliessen, dass auch jetzt noch dieselbe Regenmenge fällt, dass die Verdunstung noch in demselben Maasse erfolgt, und dass folglich auch die mittlere Temperatur der Erde keine Aenderung erlitten hat.

Keine Erfahrung, kein geschichtliches Zeugniss spricht dafür, dass die verschiedene Cultur des Bodens das Klima eines Ortes zu verändern vermöge, dass die Temperatur und der Gang der Jahreszeiten dadurch eine Störung erlitte, dass der Wind eine andere Richtung erhalte, dass die Regenmenge vermehrt oder vermindert, und dass das Wetter unbeständiger werde. Wenn indessen durch die Bewirthschaftung des Bodens auch die physische Beschaffenheit der Luft nicht merklich verändert wird, so lässt sich doch der ausserordentliche Einfluss nicht bestreiten, den die Bodenbeschaffenheit eines Landes auf die Gesundheit und das Wohlergehen des Menschen ausübt. Die schrecklichen Wirkungen der Moräste wird Niemand in Frage stellen, ebenso wenig wie die furchtbaren Krankheiten, denen diejenigen ausgesetzt sind, welche ein lange unbenutzt liegendes Land urbar machen; aber man wird auch zugeben, dass diese nicht abzuläugnenden, tausendfältig bestätigten Erscheinungen von den grossen die Atmosphäre regierenden Gesetzen unabhängig zu sein scheinen. Die Miasmen der Sümpfe, der Stoff des gelben Fiebers, der asiatischen Cholera und der Pest entziehen sich allen unseren Instrumenten. Oft haust der Tod fürchterlich, ganze Bevölkerungen unterliegen bisweilen den schrecklichsten Epidemien, aber keine chemische Analyse kann das tödtliche Gift nachweisen, welches die Luft in sich birgt.

Saint-Simon erzählt, dass das Klima von Paris seit dem Sturme von 1701 eine gewaltige Störung erlitten habe, die an der Verstärkung der Winde, an ungewöhnlich kalten Winden und an Zunahme des Regens bemerkbar sei. Dieses unbeständige Wetter soll nach demselben von Jahr zu Jahr in solchem Maasse zunehmen, dass man gar keinen Frühling habe, dass der Herbst äusserst

kurz sei, und dass der Sommer nur noch wenige Tage umfasse. Solche Uebertreibungen wird wohl Jedermann für die eines Hypochonder und kränklichen Menschen anerkennen. Die Worte, mit welchen Horaz einen Greis schildert: *Laudator temporis acti,* werden ewig wahr bleiben. Tritt ein strenger Winter ein, kommt der Frühling etwas spät, richten Ueberschwemmungen oder heftige Gewitter Verwüstungen an, so hört man auch gleich von allen Seiten Klagen und die Bemerkung, dass es in früheren Zeiten nicht so schlimm gewesen sei; das überstandene Uebel tritt in den Hintergrund, die neue Sorge und Angst erscheint in den grellsten Farben. Legt man in der Meteorologie seinen Untersuchungen nur ein einziges Jahr oder eine nur geringe Reihe zu Grunde, so verfällt man in die gröbsten Irrthümer; nimmt man wenigstens eine Beobachtungsreihe von 10 Jahren, so gleichen sich die Ungleichheiten aus, es stellt sich gewissermassen ein Gleichgewichtszustand heraus und man findet nicht nur für Paris, sondern für ganz Frankreich eine merkwürdige Beständigkeit, namentlich in Betreff der Temperatur, der Winde und der Regenmenge dasselbe Jahresmittel. Zu demselben Resultate würden wir in Betreff der Ueberschwemmungen, der Gewitter und Stürme, der besonders dürren Jahre, der Zeiten der Hungersnoth, der Epidemien etc. gelangen, und die Annalen früherer Zeiten würden in Zahlen den Beweis liefern, dass dergleichen Unglückszeiten jetzt nicht schlimmer sind und nicht häufiger eintreten, als ehemals. Bei allen Ereignissen bemerkt man einen fortwährenden Wechsel des Guten und Bösen, sodass seit Erschaffung des Menschen der Aberglaube ein gutes und ein böses Princip angenommen hat, die beide fortwährend mit einander im Kampfe liegen, und von denen bald das eine, bald das andere die Oberhand behält. Es liegt aber in der Natur des menschlichen Geistes, bei Angst und Leiden das Uebel sich immer grösser vorzustellen, und damit stimmt es überein, dass jede Generation sich von der Vorsehung minder begünstigt glaubt, als die früheren.

Kein einziges geschichtliche Zeugniss spricht dafür, dass das Klima des alten Gallien rauher als das des neueren Frankreich gewesen sei. In der Meteorologie dieses Landes und des grössten Theiles von Europa macht sich ein Hauptphänomen geltend, nämlich die Herrschaft der durch den atlantischen Ocean, welcher Frankreichs Westküste von Dünkirchen bis Bayonne bespült, bedingten Südwestwinde. Schon Pomponius Mela hebt dies hervor. Aristoteles und Strabo sprechen ebenso schon von dem Mistral (*la bise noire*)[40]), der zu Marseille und in dem Becken des Mittelländischen Meeres weht. Wir sehen somit, dass seit 18 Jahrhunderten in der Richtung der vorherrschenden Winde Frankreichs, durch welche das Klima doch vorzugsweise charakterisirt wird, keine Aenderung ein-

getreten ist; und demnach stellt sich die bedrohliche Prophezeihung Roziers als ganz eitel und chimärisch heraus, dass nämlich in den Ebenen der unteren Dauphine, Languedocs und der Pronvence der Olivenbaum fast ganz verschwinden werde.

Gewöhnlich schreibt man das rauhe Klima, welches man dem alten Gallien andichtet, den vielen damals vorhandenen Wäldern zu, und ihre Lichtung soll dann in den ersten Jahrhunderten der christlichen Zeitrechnung eine Verbesserung bewirkt haben; aber andererseits nimmt man wieder an, dass das Land von neuem kälter geworden sei, und seit etwa 1000 Jahren das Klima unaufhörlich sich verschlechtert habe, und woher soll dies gekommen sein? — Vorzugsweise aus der Abnahme der Wälder. Auf den hier vorliegenden Widerspruch aufmerksam zu machen, ist wohl kaum nöthig. Man sieht, wie schwach es mit diesen Ansichten steht. Nach der von uns bekämpften Hypothese hätte die Verschlechterung des Klimas zur Zeit des Todes Karl's des Grossen mit einer unerhörten Zunahme der Gewitter und Witterungsunregelmässigkeiten begonnen, und dies hätte ohne Unterbrechung von Jahrhundert zu Jahrhundert bis auf die neueste Zeit nicht nur nicht aufgehört, sondern noch zugenommen. Wäre dem wirklich so, so müsste es jetzt in Frankreich beinahe wie in Sibirien aussehen, während auf der ganzen Erde nur wenige Länder in so gutem Zustande sind. Bedenkt man, unter welcher Breite Frankreich liegt, was für ein Gebirgssystem es hat, wie hoch es über dem Meere liegt und wie seine Lage gegen die Himmelsgegenden ist, so wird man zugestehen, dass seine Temperatur gerade so ist, wie sie sein sollte: Theorie und Beobachtung stehen in vollem Einklange, und es giebt in Frankreich kein einziges meteorologisches Phänomen, was der Natur seines gemässigten Klimas nicht vollkommen entspräche.

Wenn die beiden zur Erklärung der klimatischen Veränderungen aufgestellten Ursachen, von denen die eine physischer, die andere gewissermassen moralischer Natur ist, in Wirklichkeit beständen, so würde keine menschliche Kraft im Stande sein, ihre Wirkungen zu hemmen und die Franzosen müssten der Verschlechterung des Klimas ihres Landes mit trostloser Ergebung zusehen. Gleichwohl erkennt man der menschlichen Thätigkeit einen noch grösseren Einfluss zu, als den physischen und geologischen Kräften. Auch wir behaupten, ohne zu fürchten uns dadurch eine Blösse zu geben, dass die menschliche Industrie die Oberfläche der Erde wesentlich verändert; denn man ist dahin gelangt, das Meer zu bändigen, Moräste unter Wasser zu setzen und auszutrocknen, Kanäle zu ziehen, Wälder zu lichten und auszurotten, manche Wirthschaftszweige zu vervollkommnen: aber die Flüsse auszuschöpfen, Gebirge zu ebnen und die Richtung des Windes zu verändern, bis dahin hat sich das menschliche Vermögen nicht verstiegen. Diese grossen geologischen und atmosphärischen Phänomene werden

auf der Erdoberfläche so lange Bestand haben, als das Menschengeschlecht.

Zu Gunsten der Unveränderlichkeit der Klimate spricht ein sehr gewichtiges Argument, nämlich seit der Erfindung des Thermometer hat man, wie wir dies für Frankreich näher nachgewiesen haben, in der mittleren Temperatur, wo man auch die Beobachtungen angestellt haben mag und trotz der Umgestaltung des Bodens durch seine Bewirthschaftung, trotz der Bevölkerungszunahme und trotz der Entstehung zahlreicher und grosser Städte, auch nicht die geringste Differenz finden können.

Soll man nun hiernach schliessen, dass auf der Erdoberfläche alles unveränderlich sei, dass Alles in dem Zustande, in dem es sich jetzt befindet, im Verlaufe der Jahrhunderte bleiben werde? Es würde gewiss ebenso thöricht sein, behaupten zu wollen, dass kein unerwartetes Ereigniss, sei es physischer oder moralischer Natur, in dem Leben der Völker eintreten werde, wie es unbesonnen erscheinen dürfte vorherzusagen, dass der Menschheit eine Katastrophe bevorstehe. Was wissen wir denn von dem künftigen Geschicke des Menschengeschlechtes? Man kann mit gutem Rechte sagen, die Welt sei erst seit gestern; wir glauben mit Cuvier, dass das Erscheinen des Menschen auf der Erde nicht über 6000 Jahre hinauf reicht. Die ältesten schriftlichen Zeugnisse, der Pentateuch, zählten etwa 3500 Jahre; der älteste epische Dichter, Homer, lebte in dem 9. Jahrhundert v. Chr.; der älteste Geschichtschreiber, Herodot, las den Anfang seines denkwürdigen Werkes den bei den olympischen Spielen versammelten Griechen im Jahre 456 v. Chr. vor. Die Behauptungen der Inder, Chinesen, Chaldäer und Aegyptier sind voller lächerlicher Uebertreibungen und stehen überdies mit den gewöhnlichsten geschichtlichen Angaben in zu grellem Widerspruche, als dass man ihnen Glauben beimessen oder sich überhaupt ernstlich auf sie einlassen könnte. Ihre dunkle Chronologie gleicht der Geschichte des berüchtigten Thierkreises von Denderah, der 1821 nach Frankreich gebracht wurde. Man glaubte schon, dass man mit seiner Hülfe den Ursprung der ägyptischen Astronomie bis in das fabelhafte Alterthum nachweisen könne, indem man als ausgemacht annahm, dass er die Verhältnisse des Sternenhimmels zu der Zeit darstelle, in welcher er angefertigt worden war. Letronne entdeckte endlich mit Hülfe einer griechischen Inschrift, welche in der Halle des Tempels angebracht war, dass dieser Thierkreis unter der Regierung des Tiberius angefertigt wurde. Es war also ein astrologisches und kein astronomisches Denkmal.

Bei vorurtheilsfreier und leidenschaftsloser Beurtheilung wird Jedermann aus dem Gange der menschlichen Ereignisse, aus der Entwickelung der Bevölkerung und ihrer Verbreitung, aus den Fortschritten der nützlichen Künste entnehmen, dass der jetzige Zustand der Erde zu keinem

sehr hohen Alter hinaufreicht. Einen schlagenden Beweis dafür liefern die Urwälder, die der Mensch stets da angetroffen hat, wo die Civilisation noch nicht hingedrungen war und neue Niederlassungen gegründet wurden. Griechenland, Italien, Gallien, Britannien, Deutschland und in neuester Zeit das jedenfalls noch nicht so lange, als der alte Continent bewohnte Amerika hatten weithin Wälder, welche die Axt des Menschen noch nie gesehen hatten. Der grösste Theil der Welt ist ungeachtet der vielen Entdeckungen in neuerer Zeit uns noch völlig unbekannt. Wir glauben manchmal das Wesen der Dinge erfasst zu haben, aber kaum den geheimnissvollen Vorhang etwas zu lüften ist uns gelungen, keineswegs aber in das Heiligthum einzudringen.

Im Alterthume kannte man nur einen sehr kleinen Theil der Erde; erst mit Hülfe des Compasses und durch den unerschütterlichen, weitsehenden Christoph Columbus ist uns eine neue Welt erschlossen worden und uns der Weg gebahnt über bis dahin unbekannte weite Meere. *) Wie jung ist eigentlich die Schifffahrtskunde! Die Phönicier machten den Anfang; unter den Griechen unternahmen nach Herodot die Phocäer zuerst grössere Seereisen bis nach Spanien hin. Das erste griechische Kriegsschiff war die Argo, auf welcher die Fahrt nach Colchis gemacht wurde, die älteste grössere Seefahrt, von welcher Kunde zu uns gekommen ist und in welcher man vielleicht einen ersten Versuch der Völker des Abendlandes erblicken kann, einen Weg nach der reichen indischen Halbinsel zu entdecken. Wenn wir die grossen Erfindungen durchgehen wollten, z. B. die der phönicischen Buchstabenschrift, des Schiesspulvers, des Compasses, der Buchdruckerkunst, des Fernrohres, der Dampfmaschine, des elektrischen Telegraphen etc., so würden wir sehen, dass die meisten kaum einige Jahrhunderte alt sind, und die Ueberzeugung gewinnen, dass selbst die nützlichen, mit den Bedürfnissen der menschlichen Gesellschaft am innigsten verbundenen Erfindungen nur langsam sich Bahn brechen. Man kann ihre Entwickelung, den Gang, welchen sie genommen haben, rückwärts verfolgen und erkennt daran, dass sie, selbst die ältesten, nicht eben alt sind; ebenso überzeugt man sich von der fortschreitenden Ausbreitung und Vervollkommnung und von der Unmöglichkeit, das letzte Ziel zu bestimmen.

In der Lehre von der Unveränderlichkeit der physischen Gesetze und der meteorologischen Erscheinungen liegt etwas Trostreiches und eine grosse Wahrheit; sie zeigt uns, dass die Natur dem Menschen die Geschenke, mit welchen sie denselben einmal beglückt hat, nicht wieder entzieht; dass die Nationen, welche in Verfall gerathen sind, sich wieder erheben und ihre Stellung in der civilisirten Welt wieder

*) Columbus schiffte sich auf dem atlantischen Ocean am 3. August 1492 ein und entdeckte neues Land am nächsten 8. October nach einer gefahrvollen Fahrt von 65 Tagen.

erringen können. Nach dieser Theorie ist jeder Verfall, wie jeder Aufschwung eines Volkes von dem Kraftaufwande, von dem Willen der Menschen und den staatlichen Einrichtungen abhängig, während anderenfalls, wenn die Klimate wesentliche Veränderungen erlitten, keine Macht, keine Kraft, keine Anstrengung, keine Ausdauer und Beharrlichkeit gegen die Natur und die verbündeten Elemente etwas auszurichten vermöchten.

Zwischen dem Menschen und dem von ihm bewohnten Lande finden jedoch gewisse innige Beziehungen statt: das Klima übt auf ihn einen nicht zu verkennenden Einfluss aus: es ändert sein ganzes äusseres Wesen, seine Gesichtszüge, seine Hautfarbe, seine ganze Physiognomie und besonders seine sogenannten animalischen Kräfte und Vermögen, ohne jedoch seine Naturtriebe, seine Neigungen und Leidenschaften der Herrschaft der Vernunft, des Gewissens und Willens vollständig entziehen zu können. Der Mensch seinerseits offenbart ebenso offenbar seine Macht über die Natur. Das blosse Aussehen eines Landes, seine mehr oder minder gute Bewirthschaftung sind ein getreues Abbild der geistigen Stufe seiner Bewohner. Verliert ein Volk, nachdem es eine ruhmvolle Herrschaft ausgeübt hat, seine Unabhängigkeit und seine Volksthümlichkeit, so sieht man es von seiner höheren Entwickelungsstufe herabsteigen, das Gefühl seiner Würde verlieren und gewissermassen das sonst in seinen Adern rollende edle Blut sich verschlechtern; alles nimmt dann den Stempel des Verfalles und der Erniedrigung an; selbst das Land, dem es so viele Schätze abzugewinnen wusste, nimmt eine andere Gestalt an: Sümpfe, brachliegende Stellen, Brombeersträucher und Nesseln zeigen dann die sonst grünenden und blühenden Gefilde und die früher mit reichen Ernten und prächtigen Fruchtbäumen geschmückten Felder. Uebt hingegen der Mensch im Bewusstsein seiner Kraft und Macht und seiner edlen Bestimmung seine Herrschaft über die Natur gewissenhaft, mit Freiheit und Einsicht aus, so drückt er der Erdoberfläche, welche durch Bearbeitung nur verschönert und tragbarer gemacht wird, das Siegel seines Willens und Geistes auf, wie ein Herrscher, der sein Bildniss und Wappen auf das Metall prägen lässt, welches als Schatz des Landes gilt.

Anmerkungen des Uebersetzers zum fünften Abschnitte.

Erstes Capitel.

1) Das Genauere über die in Sibirien aufgefundenen Mammuth habe ich angeführt in dem Art. Geologie des bereits mehrfach citirten physik. Lexicon Bd. III. S. 535. Anmerk. ††††. Auch des im Februar 1841 von Motschulski gefundenen Mammuth ist daselbst Erwähnung geschehen. — Zu der im Folgenden angeführten Bemerkung v. Humboldt's über den Königstiger am Altai bemerken wir, dass nach einer Notiz in dem Memoire des Kapitain Alexis Budakoff über seine Beschiffung des

Sir Darja sich die Tiger am Aral-See so zahlreich finden, dass die russischen Soldaten den ganzen Winter ihres dortigen Aufenthaltes hindurch mit diesen Thieren zu kämpfen haben. Vergl. Protocoll über die Sitzung d. Berlin. geogr. Gesell. v. 10. April 1858.

2) G. Bischof hat für die Bildung der Saarbrücker Steinkohlenformation einen Zeitraum von 1004177 Jahren berechnet, s. dessen Lehrbuch der chem. u. physik. Geologie Bd. II. S. 101.

3) Arago's sämmtliche Werke, deutsche Bearbeitung Bd. XII. S. 386 u. 397. Bei einem Zusammenstosse mit einem Kometen würde auch die Masse desselben in Betracht zu ziehen sein. Mädler bespricht in seiner Bearbeitung von Hind's Werke über die Kometen (Leipz. 1854) den Zusammenstoss eines Kometen mit unserer Erde ausführlich. Hierbei kommt er zu dem Resultate, dass die Dichtigkeit der Kometen zwanzigtausendmal geringer sei, als die Dichtigkeit unserer Luft. Bei einem Zusammenstosse der Erde mit einem Kometen würde die Wirkung folglich nicht eben bedeutend sein, wohl kaum der eines Orkans gleich.

Zweites Capitel.

4) Vergl. Arago's popul. Astronomie, deutsche Bearb. B. III. Cap. 11. S. 86 und wegen des Folgenden S. 87 u. 90.

5) Ebendaselbst III. S. 271 und 268.

6) Ebendaselbst III. S. 93.

7) Es ist wohl kaum nöthig, daran zu erinnern, dass das Fernrohr erst 37 Jahre später erfunden wurde.

8) A. a. O. III. S. 256.

9) Vergl. v. Humboldt's Kosmos Bd. I. S. 209 bis 256 u. Bd. IV. z. B. S. 225.

10) Die Anzahl der in den Bergreihen der Monts Dome, d'Or und Cantal in der Auvergne erloschenen Vulkane, die ehemals Feuer oder Lava gespieen haben, beträgt z. B. nicht weniger als anderthalb Hundert, und die Lavamasse, welche von den Vulkanen in Centralfrankreich ausgegangen ist, mindestens 72 Billionen Cubikmeter.

11) Die Notizen über die Erdbeben bei Neapel und Corinth habe ich dem Texte eingeschaltet. Seitdem wird officiel berichtet, dass in der Provinz Salerno 1443 Todte und 347 Verwundete gewesen sind, in der Provinz Basilikata 9360 Todte und 1359 Verwundete. Zu Montemurro mit 7002 Einwohnern zählte man 5000 Todte u. 500 Verwundete, zu Saponara mit 4010 Einwohnern 2000 Todte u. 70 Verwundete, zu Viggario mit 6634 Einwohnern 300 T. und 200 Verwundete etc. Die runden Zahlen sprechen indessen für keine genaue Zählung, die vielleicht unmöglich gewesen ist.

12) *Plin. hist. nat.* II. cap. 93; wegen des Folgenden vergl. II. cap. 89, 92 u. 94.

13) Kosmos IV. S. 225 und III. S. 579.

14) Ebendaselbst I. S. 183.

Drittes Capitel.

15) Nach Dickeson betragen die festen Bestandtheile, welche der Mississippi jährlich in den mexicanischen Meerbusen führt, dem Volumen nach $^1/_{1000}$ seiner Wassermasse; beim Ganges ist nach Everest dies Verhältniss $^1/_{856}$; beim gelben Flusse soll es sogar $^1/_{200}$ sein. Ueber den Schlammgehalt des gelben Flusses vergl. überdies Berghaus, allgem. Länder- und Völkerkunde Bd. II. S. 181. Der Rhein führt alle 5 Jahre ungefähr eine Cubikmeile Wasser in die Nordsee und durchschnittlich $^1/_{1000}$ der Wassermasse an festen Bestandtheilen; folglich würde derselbe in etwa 5000 Jahren in der Nordsee eine Cubikmeile fester Masse absetzen.

16) Schon Celsius machte vor etwa 150 Jahren auf die merkwürdige Erscheinung an der schwedischen Küste aufmerksam; aber Leopold v. Buch hat 1807 zuerst den Gedanken von einer allmäligen Hebung ausgesprochen (s. dessen Reise durch Norwegen und Lappland Bd. II. S. 289). An der Westküste von Grönland soll seit etwa 100 Jahren eine allmälige Senkung stattgefunden haben. Vergl. Art. Geologie im angef. phys. Lexic. Bd. III. S. 526.

17) Ueber die Cedern von Libanon sind ältere Nachrichten zusammengestellt im Centralblatte für Naturwissenschaften und Anthropologie 1854 Jahrg. II. S. 38. Im 16. und 17. Jahrhunderte waren von den älteren Cedern noch 24 übrig.

Viertes Capitel.

18) Arago's sämmtliche Werke, deutsche Bearb. Bd. IV. S. 133.

19) Ausführlicheres über Richmanns Tod im angeführten phys. Lexicon. Art. Gewitter. Bd. III. S. 565.

Fünftes Capitel.

20) Der Kaiser Napoleon III. hat in den Landes in der Umgegend von Bax 10000 Hektaren (ungefähr 40000 Morgen) Haidefläche angekauft, um sie urbar zu machen.

21) Der Aprikosenbaum *(Armeniaca)* hiess bei den Römern auch *malum Epiroticum* u. *praecox*. Sollte von *praecox* vielleicht das deutsche Aprikose herstammen?

22) *Seneca, nat. quaest.* III. cap. 11.

23) Ueber China enthält interessante Mittheilungen Berghaus in: Völker des Erdballs Bd. I. z. B. über die Volksmenge S. 30, über die Arbeitsamkeit der Chinesen S. 34, über die Leichenbegängnisse S. 51, über Strassenbau und Wasserbauten S. 57 und 58, über den Bauernstand S. 63.

Sechstes Capitel.

24) G. Bischof in seinem Lehrbuche der Geologie Bd. I. S. 322 u. Bd. II. S 39 nimmt an, dass die Kohlensäure, welche für das Thier- und Pflanzenreich erforderlich ist, aus dem Innern der Erde in die Atmosphäre überströme und seit undenklichen Zeiten geströmt sei. — Vor der Schöpfungsperiode der organischen Wesen scheint uns indessen ein grösserer Kohlensäuregehalt der Atmosphäre als zur Jetztzeit eine Nothwendigkeit gewesen zu sein.

25) Vergl. Abschnitt III. Cap. 9, wo wir Dove's Untersuchungen theilweise benutzt haben.

26) Interessant ist die gänzliche Zerstörung grosser Waldungen durch die Ziegen. Nach *Beatson's St. Helena, introductory chapter*, ferner des Naturforschers *Darwin Journal of Researches in Geology and Naturel History* p. 582—583 sind es frei herumlaufende Ziegen gewesen, welche auf St. Helena die schönen dort ehedem vorhandenen Waldungen, die vor ungefähr 350 Jahren einen Raum von mindestens 2000 Acres, mithin über 3000 Morgen, im Innern der Insel zusammenhängend bedeckten, ohne das, was in kleineren Gruppen zerstreut vorhanden war, zerstörten. Darwin sagt: „Bei unserem Aufenthalte zu Valparaiso wurde mir auf das Bestimmteste versichert, dass auf der Insel Juan Fernandez früher Sandelholzwälder in Menge vorhanden gewesen seien, dass jetzt aber die Bäume sämmtlich abgestorben dastehen." Und zwar in Folge namentlich von Ziegen, die frühere Seefahrer in menschenfreundlichster Absicht dort ausgesetzt hatten. Andere benachbarte Inseln, auf welche man keine Ziegen gebracht hatte, sind noch von dichten Wäldern bedeckt und reich an Bewässerung.

27) Ueber das Phänomen des Absterbens der Baumvegetation nach dem Meere zu vergl. Kohl, Reisen in den Niederlanden, Bd. II. S. 71.

Siebentes Capitel.

28) Ueber die Ausrottung des Auerochsen, Elenn's, wilden Pferdes, Luchses, Bären, Biber, wilden Katze, Ziege und Wolfes in Pommern handelt die interessante Jubelschrift zur 400jährigen Stiftungsfeier der Universität Greifswald: zur naturgeschichtlichen Statistik der in Pommern ausgerotteten Säugethiere von Th. Schmidt. Stettin. 1856. In Betreff des Elenn heisst es daselbst S. 4, dass in Preussisch Lithauen dieses Thier nach der Verwandlung der Brüche in Wiesen verschwunden sei, auch in Nordamerika, unter dem 40. bis zum 43. Grade n. Br., hielt sich dasselbe

nicht mehr, als die Colonisation jenes Gebietes begann. — Die fortschreitende Cultur ist der ärgste Feind aller wilden Thiere.

29) Beda war ein angelsächsischer Mönch, geb. 673, gest. 735. Er brachte zuerst unsere christliche Zeitrechnung im nördlichen Europa in Aufnahme. Seine Werke sind 1583 zu Basel erschienen.

30) *Plin. hist. nat.* XIV. cap. 15 seqq.

31) Ebenda VIII. cap. 8. §. 3.

32) Ebenda XIV. cap. 6.

Achtes Capitel.

33) Die Deutschen des Alterthums bezeichnet man gewöhnlich mit dem Namen Germanen und leitet denselben von *ger* d. i. Speer und *man* d. i. Mann ab. Wir benutzen diese Gelegenheit auf K. Klaunig's Abhandlung in: die höhere Bürgerschule 1858 Hft. 1. aufmerksam zu machen. Derselbe hält obige Ableitung nicht für richtig und sagt: der Name findet sich zuerst an der linken Seite des Niederrhein, wo die Kelten an die Germanen grenzten. Die vordringende deutsche Völkerschaft der Tungern soll nun von den besiegten belgischen Galliern aus Furcht so genannt worden sein. Stammt nun der Name aus dem Keltischen, so würde er abzuleiten sein von *goir*, *gair* d. h. schreien, also einen Schreier oder Rufer bedeuten. Nur die belgischen Franken, d. h. die Deutschen, welche den Rhein überschritten und in Belgien sich niedergelassen hatten, hiessen anfangs Germanen, erst später wurde diese Bezeichnung allgemein.

34) Von den englischen Nebeln ist zwar in Abschnitt III. Cap. 8 bereits die Rede gewesen, indessen scheint folgende Notiz über den Nebel zu London am 8. December 1857 der Aufnahme hier nicht unwerth. Mittags 1 Uhr war von einem Gebäude, so schreibt man, auf zehn Schritte nichts zu sehen. Der Nebel war nicht auf London allein beschränkt, sondern lagerte mit ungewöhnlicher Beharrlichkeit fast den ganzen Tag über auf der ganzen Umgebung der Hauptstadt 30 Meilen in der Runde. Am stärksten war er zu London zwischen 4 und 6 Uhr Nachmittags und so gross war seine Dichtigkeit um diese Zeit, dass ihn weder die Gasflammen der Strassenlaternen, noch die vielen Fackelbrände an den Kreuzungspunkten der Hauptstrassen zu durchdringen vermochten. Die Fussgänger suchten mit Anstrengung ihren Weg längs der Häusermauern und die Fuhrwerke trachteten, so gut es eben ging, sich im langsamen Schritte vorwärts zu bewegen. Die Communication war nicht gerade unterbrochen, aber doch ungemein erschwert. Taschendiebe hielten in dem ihnen befreundeten Elemente reiche Ernte, die Schifffahrt stockte oberhalb der Brücken gänzlich, weiter unten im Flusse fuhren die Barken vorsichtig mit Fackeln versehen ab und zu, die grossen Seedampfer wagten sich nicht über Greenwich herauf und gingen dort vor Anker, aber trotz aller Vorsicht und fortwährender Glockensignale von den Wachtschiffen stiessen doch viele Fahrzeuge zusammen und beschädigten einander mehr oder weniger. In den Strassen wurden eine Menge Leute niedergefahren und die Züge auf den Eisenbahnen bewegten sich unter fortwährenden Lärmsignalen im Schneckenschritte auf den Gleisen fort. Wenig hat gefehlt, so wäre des Nebels wegen im Unterhause keine Sitzung gewesen; denn da sich die Wagen der Mitglieder nicht rasch genug durchwinden konnten, war um 4 Uhr, als der Sprecher seinen Sitz einnahm, das Haus zur genauen Noth vollzählig und selbst die 40 Anwesenden waren vom Sprecherstuhle aus schwer zu erkennen, verriethen ihre Anwesenheit vielmehr durch Husten, den ihnen die abscheuliche Atmosphäre erpresste. Um 7 Uhr Abends ward es wie durch Zauber plötzlich klar. Es fiel kein Regen, es wehte kein Lüftchen, der Nebel verschwand in Nichts.

Neuntes Capitel.

35) Wir geben die folgende Stelle nach: Cajus Plinius Secundus Naturgeschichte

übersetzt etc. von Chr. Fr. Lebr. Strack, überarbeitet und herausgegeben von Max Ernst Dietr. Lebr. Strack, Bremen 1853—1855.

Zehntes Capitel.

36) Der Baobab *(Adansonia digitata)* ist der grösste aller bekannten Bäume und gewissermassen das Symbol des Sudans, wie die Dattelpalme das der Oase ist.

37) Die Papyrusstaude kommt in Europa nur an einer einzigen Stelle vor, nämlich auf Sicilien bei Syrakus. Ungefähr eine halbe Meile von der Mündung des dort fliessenden Anapus mündet auf dem rechten Ufer ein Bach Cyane, jetzt la Pisma, und in diesem wächst die Pflanze, daselbst von dem Volke la Parrucca genannt.

38) Ueber den Einfluss der Trockenheit des Klima in den Nordamerikanischen Freistaaten auf das häusliche Leben, die Gewerbe, die physische und psychische Constitution der Einwohner enthält das Centralblatt für Naturwissenschaften und Anthropologie Jahr. II. S. 114 einen Bericht über eine Abhandlung von E. Desor. Es heisst dort: „Vor ungefähr 230 Jahren kamen die ersten Colonisten nach Neuengland; in jeder Hinsicht wahre Engländer, mit allen physischen und psychischen Charakteren der angelsächsischen Race. Heutzutage nach wenig mehr als zwei Jahrhunderten kann man im Einwohner der Vereinigten Staaten nicht mehr den reinen Engländer wiederfinden; er hat seine eigenthümlichen Charakterzüge, die ihn ebenso gut davon unterscheiden, wie sich der Engländer vom Deutschen unterscheidet. Es hat sich mit einem Worte ein Yankee- oder amerikanischer Typus entwickelt. Und zwar kann dieser nicht auf eine Kreuzung der Racen geschrieben werden, weil er am entschiedensten in den östlichen Staaten ist, wo sich die Race gerade am wenigsten gemischt hat. Also müssen es wohl äussere Einflüsse, und hierunter gewiss vorzugsweise die des Klima gewesen sein, welche diesen Typus erzeugt haben. Zu den physiologischen Charakteren des Amerikaners gehört der Mangel an Wohlbeleibtheit. — Sehr charakteristisch für den Amerikaner ist die Länge des Halses; nicht zwar, dass er absolut genommen länger, als bei uns wäre; wohl aber im Verhältniss zu seiner Dünne, die ihn länger erscheinen lässt." Es soll dies nicht allein in der geringeren Entwickelung des Muskelsystems, sondern eben so sehr, wenn nicht mehr, des Drüsensystems begründet sein. „Dieser Einfluss des Klima macht sich nicht blos auf die Nachkommenschaft, sondern auch oft beim Wechsel des Continents geltend. So giebt es wenig Europäer, welche in den Vereinigten Staaten fett werden, während andererseits die Amerikaner, die sich eine Zeitlang in Europa aufhalten, gewöhnlich ein bemerkenswerthes Aussehen von Gesundheit und Wohlhäbigkeit erlangen." — „Was den Amerikaner des Nordens noch mehr als seine Magerkeit charakterisirt, sind seine steifen Haare. Dieser Einfluss auf die Haare bezieht sich unstreitig auf die Trockenheit des Klima." — „Die geistigen Eigenthümlichkeiten anlangend, so ist namentlich die fieberhafte Thätigkeit auffallend. Jedermann ist pressirt."

39) Ueber die meteorologischen Verhältnisse Amerikas verdient eine besondere Vergleichung Dove's Artikel in Pogg. Ann. Bd. XCIV. S. 54. Nach demselben hat eine gesteigerte Bebauung des Bodens den Einfluss, den Niederschlag auf bestimmte durch die allgemeinen Bewegungen der Atmosphäre geregelte Epochen zu verlegen. Das länger cultivirte Europa zeigt deshalb, mit Amerika verglichen, unter sonst gleichen Bedingungen in der Vertheilung der Regenmenge grössere Gesetzmässigkeit.

Elftes Capitel.

40) Von dem schwarzen Nordostwind *(bise noire)* sagt Desor (s. Anm. 38): „Die Bewohner des Jura wissen nur zu gut, wie sehr er auf die Nerven und auf die Stimmung des Geistes wirkt, sodass man, wenn er eine Zeitlang weht, eine Art Unruhe und Aufregung empfindet, die sogar manchmal in üble Laune ausschlägt, daher man vielleicht nicht ohne Grund an einigen Orten sagt, der Nordostwind mache die Frauen böse."

Druck von Otto Wigand in Leipzig.